This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

UC-NRLF
$B 276 636
YB 15532

metallurgy
aluminum
M.
REESE LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF CALIFORNIA.
Received Dec. , 1887
Accessions No. 35763 Shelf No.

Die Fabrikation

des

Aluminiums

und der

Alkalimetalle.

Von

Dr. Stanislaus Mierzinski.

Mit 27 Abbildungen.

Wien. Peſt. Leipzig.

A. Hartleben's Verlag.

1885.

Alle Rechte vorbehalten.

TN775
A1

35863

Erste Wiener Vereins-Buchdruckerei.

Einleitung.

Mit vollem Rechte kann man die Behauptung aufstellen, daß es kein zweites Metall auf der Erde giebt, welches eine solche Verbreitung aufzuweisen hätte und in solchem Ueberflusse vorhanden wäre, wie das Aluminium.

Man findet zwar dasselbe nirgends im reinen Zustande vor [1]), wie dies etwa bei Gold, Silber oder anderen Metallen der Fall ist, aber die Verbindungen desselben mit Sauerstoff, den Alkalien, Fluor, Silicium, mit Säuren u. s. w. sind so zahlreich und treten so massenhaft auf, daß dieselben nicht nur ganze Gebirgsformationen bilden, sondern auch als die Erzeuger der Ackerkrume angesehen werden können.

Namentlich sind es die Verbindungen des Aluminiums mit dem Silicium, die Aluminiumsilicate, welche in Form von Feldspathen und Glimmer mit Quarz gemischt die Urgebirge — Granite — bilden.

Die Feldspathe (Kalifeldspath [Orthoklas] [2]), Natronfeldspath [Albit] [3]), Kalkfeldspath [Anorthit] [4]), die Glimmer (Kaliglimmer [5]), Natronglimmer [6]), Lithionglimmer [Lepidolith] [7]), Magnesiaglimmer [8]) sind wahre Doppelverbin-

---

[1]) Die Behauptung Stocker's (Journ. f. prakt. Chemie, 66, 470), daß sich das Aluminium in Gestalt glimmerartiger Blättchen in einer Thonformation bei Saint-Austel in Cornwallis findet, beruht auf Irrthum.

[2]) $K_2\ Si_3\ O_7 + Al_2\ Si_3\ O_9$.

[3]) $Na_2\ Si_3\ O_7 + Al_2\ Si_3\ O_9$.

[4]) $Ca\ Si\ O_3 + Al_2\ Si\ O_5$.

[5]) $(H, K)_2\ Al_2\ Si_2\ O_8 + (H, K)_2\ Al_2\ Si_4\ O_{15}$.

[6]) $(H, Na)_2\ Al_2\ Si_2\ O_8 + (H, Na)_2\ Al_2\ Si_4\ O_{15}$.

[7]) $(Li_2, K_2, Fe)\ O, Al_2\ O_3, 3\ Si\ O_2$.

[8]) $m\,(H,K)_4\,Si\,O_4 + n\,(Mg, Fe, H)_2\,Si\,O_4 + 0\,(Al_2, Fe_2)_2\,Si_3\,O_{12}$.

dungen von Alkalisilicaten mit Aluminiumsilicaten, sie sind es, die den verschiedenen Erdschichten die eigenthümlichen unterscheidenden Merkmale aufdrücken.

Diese Verbindungen, in denen das eine Alkalimetall durch ein zweites ersetzt werden kann, sind es, welche infolge Einwirkung der Atmosphärilien, der Luft, des Wassers, zersetzt und dann in jene Verbindungen übergeführt werden, die unter dem Namen Thone (Mergel ꝛc.) bekannt sind und deren Unentbehrlichkeit, Wichtigkeit allgemein anerkannt ist.

Ohne Thone gäbe es keine Ackerkrume; die Erdoberfläche bliebe hart, unfruchtbar, weil undurchlässig für das Niederschlagswasser, welches unsere Brunnen füllt, das Wachsthum, die Fruchtbarkeit der Pflanzendecke befördert; kurz gesagt, ohne Thone wäre ein Leben auf der Erde undenkbar.

Immerhin bleibt es eine eigenthümliche Erscheinung, daß das Aluminium bis jetzt weder im thierischen, noch pflanzlichen Organismus gefunden worden ist; diese Erscheinung scheint den Beweis zu liefern, daß das Aluminium bloß der Träger, der Bewahrer jener Stoffe ist, welche dem lebenden Organismus, sei es Thier, sei es Pflanze, zu dessen weiterer Entwickelung und Erhaltung nöthig sind.

So unscheinbar, unansehnlich im Aeußeren die Hauptmasse der Aluminium-Verbindungen uns erscheint, wie wir dies sehen an den Feldspathen, Glimmern, den Pigmatiten, Gneis, Amphybolen, Porphyren, Euriten, Trachiten u. A., so finden sich doch darunter Verbindungen, welche ein so farbenglänzendes Aeußere besitzen, so prachtvoll sind, daß wir einzelne derselben gleich dem Diamanten hochachten, da diese im vollen Sinne des Wortes „edle Steine" sind.

Es sind dies namentlich die Verbindungen des Sauerstoffes mit dem Aluminium, welche farbenprächtige Krystalle

bilden, wie nicht minder unter den Aluminiumsilicaten es einige giebt, die ein auffallend schönes Aeußere besitzen.

So bewundern wir im Rubin (Al_2O_3) die prachtvoll rothe, im Saphir die blaue, im Granat ($[Ca_3, Mg_3, Fe_3, Mn_3] Al_2 Si_3 O_{12}$), die blut-, kirsch-, bräunlichrothe, im Cyanit ($Al_2 Si O_5$) die dunkelblaue, im Smaragd die grüne Farbe.

Wir finden das Aluminium als Hydroxyd im Diaspor ($H_2 Al_2 O_4$), Hydrargillit ($H_6 Al_2 O_6$) im Bauxit; mit Schwefelsäure verbunden, bildet es den Aluminit ($Al_2 SO_6 + 9$ aq), den Alaunstein ($[Alunit] K_2 SO_4 + Al_2 S_3 O_{12} + 2 H_2 Al_2 O_6$); mit Phosphorsäure den himmelblau bis spangrün gefärbten Türkis ($[Kalait] Al_2 P_2 O_8 + H_6 Al_2 O_6 + 2$ aq), den blauen Lazulith ($[Mg, Fe] Al_2 P_2 O_9 +$ aq), den Wavellit ($2 Al_2 P_2 O_8 + H_6 Al_2 O_6 + 9$ aq), während die Verbindung des Aluminiums mit Fluor sich im Topas ($5 Al_2 Si O_5 + Al_2 Si Fl_{10}$) findet, wie auch im Kryolith ($6 Na Fl + Al_2 Fl_6$), jenem Mineral, das für die Aluminium-Industrie fast unersetzbar geworden ist.

Man sollte annehmen, daß, da das Aluminium sich in solchem Ueberflusse über die ganze Erde vertheilt befindet, ja wir dieses Metall im vollen Sinne des Wortes „mit Füßen treten" und verachten, dasselbe auch eine diesem Verhältnisse nach entsprechende Verwendung finde, und daß dasselbe ebenso oder wenigstens theilweise nützlich sich erweise, wie etwa das Eisen es thut.

Dies ist nun entschieden nicht der Fall.

Das Aluminium aus seinen Verbindungen abzuscheiden, bietet momentan noch so viele und so große Schwierigkeiten dar, daß die Möglichkeit solch' einer hüttenmännischen Gewinnung eines, unserem Eisenhüttenbetrieb entsprechenden Aluminiumhüttenbetriebes in einem noch so weiten Felde

liegt, daß sie möglicher, ja wahrscheinlicher Weise einer **sehr späten** Zukunft vorbehalten ist.

Und selbst dann, wenn es gelungen sein wird, das Aluminium hüttenmännisch aus Thon auf der „Aluminiumhütte" auszuschmelzen und dadurch in den Kreis der gemeinen Industriemetalle einzuführen, selbst dann wird es, trotz seiner vielen empfehlenden Vorzüge, die ihm vor anderen Metallen eigen sind, dennoch nicht jene Beachtung finden, die den anderen Metallen, wie Eisen, Kupfer u. s. f. geschenkt wird.

Jetziger Zeit vertheuert sich die Fabrikation des Aluminiums dadurch, daß zu dessen Herstellung die nicht weniger schwierig darstellbaren Alkalimetalle, namentlich das Natrium, benützt werden müssen, welche, wenn auch Anstrengungen gemacht werden, das Aluminium aus dessen Verbindungen mittelst Elektrolyse auszuscheiden, dennoch, wie die Sachen momentan stehen, nicht entbehrt werden können und mit in Rechnung gezogen werden müssen.

Davy war es, der zuerst (1807) das Aluminium aus seinen Verbindungen mittelst Elektrolyse auszuscheiden versuchte, aber nicht zu jenem Resultate gelangte, wie es ihm mit den Alkalimetallen glückte.

Berzelius war nicht glücklicher; dagegen scheint es, daß Oerstedt (1824) zum erstenmale das Aluminium unter den Händen hatte, als er feuchtes Chloraluminium mit Kaliumamalgam zersetzte.

Trotzdem muß Wöhler als Entdecker des Aluminiums angesehen werden, denn er war es, welcher (1827), indem er Chloraluminium mittelst Kalium reducirte, zum ersten Male das Aluminium in Form eines grauen Pulvers erhielt.

Später (1845) fand Wöhler, daß es auch in geschmolzenen Kügelchen erhalten werde und beschrieb es [1])

[1]) Annal. d. Chem. u. Pharm. 53, 422.

REGENTS LIBRARY UNIVERSITY CALIFORNIA

als „ein zinnähnliches, hämmerbares und geschmeidiges, an der Luft blank bleibendes Metall von 2·5—2·67 specifischem Gewicht, welches das Wasser nicht bei gewöhnlicher Temperatur, wohl aber bei 100° C. unter langsamer Wasserstoffentwickelung zersetze".

Das Aluminium hatte Jahre hindurch nur rein wissenschaftliches Interesse, bis H. Saint-Claire Deville (1854), der sich mit der Darstellung des Metalles etwa zwei Jahre lang beschäftigte, durch seine Publikationen Anregung gab, daß auch andere Chemiker (wie Chapelle, Schubert, Chenot und Divivier, H. Rose, Bunsen u. v. A.) dieses interessante Metall in das Bereich ihrer Studien und Versuche zogen.

So war Bunsen[1]) der erste, welcher das Aluminium durch Elektrolyse des Chloraluminium-Chlornatrium erhielt, während H. Rose[2]) zu seinen Versuchen nicht das künstlich dargestellte Chloraluminium, sondern den als Mineral in großen Mengen vorkommenden Kryolith, eine Verbindung von Fluoraluminium mit Fluornatrium, anwandte.

H. Saint-Claire Deville ist unstreitig derjenige, der sich um die Ausbildung der Aluminiumbereitung die größten Verdienste erworben hat, denn er war es, welcher zuerst, im Jahre 1855, dieses Metall im Großen darstellte, zu welchem Zwecke der damalige Kaiser Napoleon III. große Geldmittel zur Verfügung stellte.

Die Versuche wurden in der chemischen Fabrik zu Javelle angestellt und auf der allgemeinen Ausstellung in Paris (im Jahre 1855) wurden unter den Erzeugnissen der Porzellanfabrik zu Sèvres einige Barren Aluminium ausgestellt.

Infolge dieser kaiserlichen Subvention hat die Metallurgie des Aluminiums ihren Ursprung nehmen können; denn in

[1]) Annal. d. Chem. u. Pharm. 92, 253.

[2]) Dingl. Journ. 137, 363.

jenem Zeitpunkte konnten die betreffenden Arbeiten viel kosten und vielleicht nichts einbringen.

Die Hauptmaterialien dazu, Chloraluminium und Natrium, wurden damals mit 2000 Franken per Kilogramm im Handel bezahlt und waren noch überdies selten.

Es gelang für's Erste ein Verfahren zu erfinden, welches seitdem nur in Einzelnheiten abgeändert worden ist, und einige Kilogramme eines unreinen Metalles hervorzubringen.

Die in einigen Jahren gemachten Fortschritte erlaubten es, daß der Preis des Aluminiums im Jahre 1862 bereits auf 200 Franks per Kilogramm ermäßigt und es in, bis dahin, nicht gekannter Reinheit producirt werden konnte.

Jetzt bestehen drei Etablissements von Bedeutung, welche sich mit der Darstellung dieses Metalles im Großen beschäftigen, und zwar: die Aluminiumfabrik zu Salyndres und zu Amfreville bei Rouen in Frankreich und zu Newcastle-on-Tyne in England.

Das Aluminiummetall wird heutigen Tages im Großen — abgesehen von der jetzt in Entwickelung stehenden Methode mittelst Elektrolyse — durch Zersetzung von Chloraluminium-Chlornatrium mittelst Natrium erhalten.

Ehe wir jedoch zur Beschreibung der eigentlichen Erzeugung des Aluminiums, sowie dessen Eigenschaften und Verwendung schreiten, ist es nöthig, sich mit der Darstellungsweise jener Stoffe zu befassen, welche, wie vorbemerkt, das Material bieten zur Fabrikation dieses Metalles, welches infolge seiner Eigenschaft als das Verbindungsglied zwischen den edlen und gemeinen Metallen angesehen werden kann.

Es sind dies: a) Die Thonerde.
b) Das Chloraluminium-Chlornatrium.
c) Die Alkalimetalle (Natrium, Kalium).

Darstellung der Thonerde.

Glüht man ein Alaunsalz, z. B. Ammoniakalaun, so erhält man, je nach dem starken Glühen desselben entweder ein weißes Pulver, oder glänzende, gummiartige Stücke, die sehr hart sind und sich nur schwer in verdünnten Säuren oder in concentrirten Lösungen von Alkalien lösen.

Größere Mengen dieser Thonerde erhält man durch Calciniren in einem Ofen, der in seiner Hauptsache nach dem Sodaofen ähnlich sieht.

Man kommt ebenfalls zum Ziele, wenn man 3 Theile Alaunpulver mit 1 Theile Steinkohlenpech mischt und in einem mit flacher Sohle versehenen Ofen auf 200—260° C. erhitzt. Nach etwa drei Stunden breitet man die gut durcheinander gearbeitete breiige Masse auf einem steinernen Boden aus und läßt vollständig erkalten. Hierauf zerbrochen erhält man harte, schwammige, dem Bimsstein ähnliche Stücke, die zur weiteren Verarbeitung zu Chloraluminium tauglich sind.

Zu diesem Zwecke übergießt man die Stücke mit 20 bis 25 Percent Salzsäure und bringt sie in Haufen, welche gelegentlich umgewendet werden. Hat die Entwickelung von Schwefelwasserstoff aufgehört, so setzt man etwa 5 Percent Holzkohlenpulver oder Kienruß hinzu und so viel Wasser, daß man eine dickliche Masse erhält, welche auf einer Mühle (Kollergang) gut zerkleinert und gemischt wird, worauf man sie zu etwa ein halbes Kilogramm schweren Kugeln formt.

Diese durchlöchert man, damit sie leichter austrocknen, erwärmt sie in einer Trockenkammer zunächst auf 40° C., dann in einem Ofen auf 95 bis 150° C.

Die Kugeln werden nun drei Stunden lang in einer stehenden Retorte auf schwacher Rothgluth erhalten, während man ein Gemisch von 2 Theilen Dampf und 1 Theil Luft hindurch leitet, so daß Schwefel und Kohle als schwefelige Säure und Kohlensäure entweichen.

Der Gasstrom reißt gleichzeitig Spuren von Kaliumsulfat, Eisensulfat und Thonerde mit sich fort und wird deshalb in thönernen Kühlapparaten condensirt.

Nachdem die genannten Substanzen ausgetrieben sind, wird der trockene Rückstand aus der Retorte entfernt und abgekühlt, nochmals auf eine Mühle gebracht und zu einem feinen Pulver vermahlen, welches aus Aluminiumoxyd und schwefelsaurem Kalium besteht.

Dieses Pulver wird mit ungefähr dem siebenfachen seines Gewichtes an Wasser versetzt und in einer Pfanne oder in einem Kessel ungefähr eine Stunde lang mit Dampf gekocht und bis zur Erkaltung stehen gelassen.

Die das schwefelsaure Kalium enthaltende Lauge läßt man abfließen und verdampft sie zur Trockene, die abgeschiedene Thonerde wird ausgewaschen und getrocknet.

Tilghmann stellt die Thonerde dar durch Glühen von Aluminiumsulfat, welches in großen Stücken in einen glühenden Cylinder von feuerfestem Thon mit innerem Magnesitfutter gefüllt wird und über welches mit Wasserdampf vermischte Kochsalzdämpfe geleitet werden.

Letztere erhält man durch Einleiten von Wasserdampf in eine gußeiserne Retorte, worin Kochsalz in glühendem Fluß erhalten wird.

PEACE LIBRARY

Vortheilhafter ist es, aus dem Thonerdesulfat und Kochsalz einen Teig zu bilden, daraus kleine, inwendig hohle Cylinder zu formen, diese scharf zu trocknen und den Zersetzungscylinder damit zu füllen.

In den Zersetzungscylinder, welcher auf starke Rothgluth oder Weißgluth gebracht sein muß, wird stark erhitzter Wasserdampf eingeleitet.

Es entsteht Salzsäure, welche in einem Condensationsapparat verdichtet, und eine natronaluminathaltige Masse, welche mit Wasser angefeuchtet wird, und die man einem Strome von Kohlensäure und Wasserdampf aussetzt. Beim Auslaugen erhält man Soda in Lösung, und Thonerdehydrat, welches ausgewaschen und weiter verwendet wird.

Die größte Menge Thonerde wird jedoch aus den natürlichen Aluminiumerzen, dem Bauxit und Kryolith, dargestellt.

Es sind dies Substanzen, wahre Aluminiumerze, in welchen ein Theil der Thonerde durch Eisenoxyd ersetzt ist. Der Bauxit ist ein Bindeglied zwischen Diaspor (reiner hydratischer Thonerde) und Brauneisenstein; je mehr darin das Eisenoxyd vorwiegt, desto mehr geht seine Farbe von Weiß in Braun über.

Er wurde ursprünglich in Frankreich bei dem Dorfe Baux gefunden; in den Departements Var und Bouches du Rhône von Tarascon bis Antibes erstrecken sich zahlreiche Lager, einige von einer Mächtigkeit von einigen Dutzenden von Metern, auf einer Länge von 150 Kilometer. Auch in den Departements de l'Herault und de l'Arriège finden sich Lager vor.

Sehr wichtig sind die in Krain aufgefundenen Lager an der Wocheiner Save und bei Feistritz in Oberkrain; darnach wird das Mineral auch Wocheinit genannt; hier

hat es dichte, erdige Structur, während dasjenige von Frankreich conglomeratartig und oolythisch ist.

In gleicher Form, wie der französische, kommt auch der Bauxit aus Irland (Irish Hill, Straid, Glenravel) vor.

Es finden sich ferner Lager dieses Minerals bei Hadamar in Hessen, Klein-Steinheim, Langsdorff vor.

Folgende Analysen geben ein Bild von den eigenthümlichen Zusammensetzungen des Minerals:

	a	b	c	d	e	f	g	h
Thonerde . . .	60	75	63.16	72.87	44.4	54.1	64.6	29.8
Eisenoxyd . .	25	12	23.55	13.49	30 8	10.4	2.0	3.67
Kieselsäure . .	3	1	4.15	4.25	15.0	12.0	7.5	44.76
Kali und Natron	—	—	0.79	0.78	—	—	—	—
Wasser	12	12	8.34	8.50	9.7	21.9	24.7	13 86

	i	k	l	m	n	o	p	q
Thonerde . . .	48.12	43.44	61.89	45.76	55.61	76.3	50.85	49.02
Eisenoxyd . . .	2 36	2.11	1.96	18.96	7.17	6.2	14.36	12.90
Kieselsäure . .	7.95	15.05	6.01	6.41	4.41	11.0	5.14	10 27
Kali und Natron	—	—	—	0.38	—	—	0.26	0.31
Wasser	40.33	35.70	27.82	27.61	32.33	26.4	28.38	25.91

a und b von Baux (St. Claire-Deville); c dunkler, d heller Wocheinit (Drechsler), e rothbrauner, f gelber, g weißer Bauxit von Feistritz (Schnitzer); h weißer Wocheinit (L. Mayer und O. Wagner); i Bauxit von Irish Hill, k Co. Autrim (Spence), l von Glenravel (F. Hodges), m, n, Bauxit von Hadamar (Retzlaff), o Klein-Steinheim (Bischof), p, q von Langsdorf (J. Lang).

Außer den angeführten Bestandtheilen enthalten die Bauxite auch Spuren von Kalk, Magnesia, Schwefelsäure, Phosphorsäure, Titansäure und Vanadinsäure.

Wie aus den eben erwähnten Analysen zu ersehen, ist der Thonerdegehalt des Bauxits ein höchst wechselnder, und läßt sich nicht durch die Ocular-Inspection sondern nur durch eine Analyse bestimmen, denn gerade jene Bauxite, welche dem äußeren Ansehen nach als besonders gut erscheinen, zeigen oft einen verhältnißmäßig niedrigen Thonerdegehalt.

Es giebt Bauxite, die bei einem Gehalt von 62·10 Percent Thonerde, 6·11 Percent Eisenoxyd, 5·06 Kieselsäure und 20·83 Percent gebundenes Wasser enthalten, während vollkommen rein weißer Bauxit aus der Wochein, wie wir aus h ersehen, nur 29·80 Percent Thonerde besitzt.

Man sieht daraus, daß die Zusammensetzung dieses Minerales eine sehr wandelbare ist; so ist manchmal die Kieselsäure in größeren, manchmal in geringeren Mengen vorhanden, ja sie kann sogar ganz fehlen.

Aehnlich ist das Verhältniß zwischen der Thonerde und dem Eisenoxyd, so daß alle Varietäten zwischen dem reinen Aluminium-Mineral und dem Thoneisenstein vorkommen, welcher bis 45 Percent Roheisen liefert.

Diese natürliche Thonerdeverbindung nun wird gepulvert, gesiebt und mit Soda gemischt.

Diese Substanzen werden zunächst im trockenen Zustande auf das Innigste verrieben, dann befeuchtet und von Neuem gemischt, so daß daraus ein Teig entsteht.

Die fertige Mischung bringt man in einen heißen Sodaofen und fährt fort zu erhitzen, indem man von Zeit zu Zeit mit einer eisernen Krücke umrührt, um die Masse zu wenden und allmählich alle Theile derselben in die Nähe der Heizfläche zu bringen. Man kann sich zeitweilig über den Gang der Arbeit unterrichten, indem man aus verschiedenen Theilen des Ofens Proben zieht, diese mischt, in

Wasser löst und darauf prüft, ob sie keine Kohlensäure mehr entwickeln, was anzeigt, daß die Einwirkung beendet ist.

Das rohe Thonerdenatron wird aus dem Ofen genommen und einer Auslaugung nach dem in der Regel für die Soda üblichen Verfahren unterworfen, doch kann man auch ein Filter im luftleeren Raume anwenden. Die Vereinigung von mehreren Filtern im luftleeren Raume gestattet ein methodisches Auslaugen, welches Lösungen des Thonerdenatron von großer Stärke liefert. Die Verarbeitung des Thonerdenatron auf Thonerde mittelst Kohlensäure geschieht in einer Art und Weise, wie wir solche später beschreiben werden. Um völlig neutrales Aluminat zu erhalten, muß man das thonerdehaltige Rohmaterial bei seiner Vermischung mit Soda im Ueberschuß anwenden.

Ein sehr befriedigendes Resultat erhält man, wenn man 400 Gewichtstheile pulverisirten Minerals und 200 Gewichtstheile Soda von 90° durcheinanderrührt. Man erhält davon ungefähr 465 Gewichtstheile rohes und 260 Gewichtstheile reines und trockenes Aluminat. Der Rückstand von der Auslaugung des rohen Aluminates besteht aus Eisenoxyd, gemischt mit einer kleinen Menge von Thonerde und kann, nachdem man ihn nöthigenfalls nochmals geglüht hat, zu verschiedenen Zwecken, z. B. als Polirpulver gebraucht werden.

Der Kryolith, dessen Fundort auf Ivitût an der Arsukbucht in Südgrönland beschränkt ist, ist in reinen Stücken halbdurchsichtig, schneeweiß, in unreinen Stücken von gelblicher oder röthlicher, ja selbst bis schwarzer Farbe, glasglänzend, von specifischem Gewichte = 2·953, Härte 2·5—3, und enthält nicht selten eingesprengt Eisenspath, Bleiglanz, Quarz, mitunter auch Columbit.

Der Kryolith findet sich auf seinem Ursprungsorte zum Theile unter Wasser, und zwar daselbst ziemlich unrein,

sowie unter der Erdoberfläche, und zwar in geschichteten Blöcken abgelagert, welche wieder von Schichten durchfurcht sind, die aus einem Ueberzug von Eisenverbindungen bestehen. Die vorherrschende Gebirgsart ist Granit-Gneis, die zum Glimmerschiefer und Chloritschiefer, ja selbst bis zu Hornblendeschiefer übergeht.

Der Kryolith, der seiner chemischen Zusammensetzung nach hauptsächlich Fluoraluminium—Fluornatrium ($Al_2 Fl_6 + 6$ Na Fl) ist, wird behufs Aufschließung und seiner Verarbeitung auf Thonerde und Soda zuerst gröblich zerschlagen, wobei nöthigenfalls die gröbsten Verunreinigungen ausgehalten werden, sodann unter Kollersteinen, die auf einer eisernen Platte laufen, fein gemahlen und auf etwas schief liegenden Sieben gesiebt. Was nicht durchgeht wird wieder unter die Steine gebracht und auf's Neue gemahlen.

Der Kryolith ist sehr weich, läßt sich daher leicht und fein pulvern; außerdem ist es kaum nöthig, ihn staubfein zu erhalten, da er ziemlich leicht schmilzt und dadurch die Zersetzung erleichtert.

In ganz ähnlicher Weise wird auch der Kalkstein oder die Kreide gemahlen, die dem Kryolith zugesetzt wird. Schaber, die über die eiserne Sohlplatte hinstreichen, bewirken das Auflockern und Wenden des Kryolithpulvers, damit dasselbe durch die Kollersteine gleichmäßig zerkleinert und nicht bloß festgedrückt wird. Die Größe des Kreidezusatzes hängt von der Reinheit des Kryoliths ab.

Man nimmt jetzt, da das im Handel vorkommende Mineral durchschnittlich 84 bis 88 Percent reinen Kryolith enthält, auf 100 Theile desselben

130 bis 150 Theile Kreide

an, und giebt außerdem, da sonst ein Theil des Kryolith umhüllt und der Zersetzung entzogen wird, eine passende

Menge von unreinem Fluorcalcium, welches bei der Auslaugung des Glühproductes abfällt, zu.

Man wendet deshalb etwas mehr Kreide an, als es eigentlich theoretisch nöthig wäre, um die Masse weniger leicht schmelzbar zu machen und poröser zu erhalten.

Um aber auch die Zerlegung der Kreide zu erleichtern, ist es ganz angezeigt, daß man der Masse eine gewisse Menge Koks zuschlägt.

Grundbedingung ist, daß die Mischung eine ungemein innige sei und die Stoffe sich in höchst feinvertheiltem Zustande befinden. Um dieses zu erzielen, werden die Stoffe, wenn sie von den Kollergängen heruntergebracht sind, in große eiserne Rollirfässer eingetragen, um durch schwere, eiserne Kugeln auf's Feinste zermalmt und weit inniger gemischt zu werden, als es unter den Kollergängen möglich ist.

Von großer Wichtigkeit ist es, daß das Gemenge einer richtigen und zugleich ganz gleichmäßigen Temperatur ausgesetzt werde.

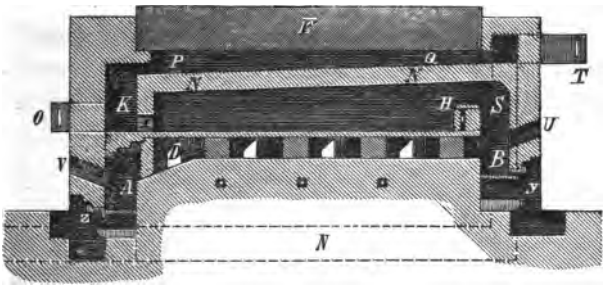
Der Kryolith ist sehr leicht schmelzbar, was jedoch verhütet werden muß.

Die Masse kann daher in einem gewöhnlichen Schmelzofen nicht behandelt werden, weil es in diesem trotz alles Umrührens nicht zu vermeiden ist, daß nicht die Masse an einer Stelle schon schmilzt, während sie auf einer anderen noch gar nicht zersetzt ist, weil die Hitze an der Feuerbrücke viel größer als am Fuchsende und nur von oben auf die Masse wirkt.

Der Ofen von Thomsen, der zu diesem Zwecke construirt und in den Figuren 1—4 versinnlicht ist, wird gebildet aus dem Herd C des Ofens, welcher aus feuerfesten Thonplatten von 0·508 Meter im Quadrat und 76 Millimeter Dicke zusammengefügt ist; die Platten ruhen auf

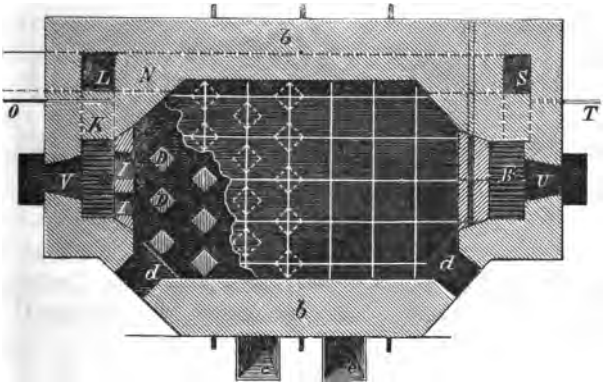
gemauerten Pfeilern, welche 0·23 Meter im Quadrat halten und 0·305 Meter hoch sind. Die Pfeiler sind so versetzt, daß die Flamme von der Feuerung A sich regelmäßig unter

Fig. 1.



den ganzen Herd vertheilt. Die drei vordersten Pfeiler, welche dem Feuer am nächsten sind, müssen aus sehr feuerfesten

Fig. 2.

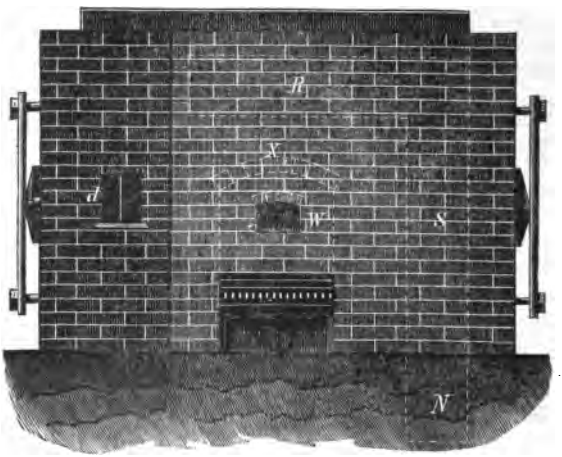


Steinen hergestellt werden. An den Seiten herum ruhen die Platten auf den Seitenmauern, welche unter dem Herd 50 Millimeter dicker als über demselben sind. Der untere

Zug DE, welcher also die Breite des ganzen Herdes hat und nirgends eine geringere Höhe als 305 Millimeter, geht bei E in die zweite Feuerung B; an dieser Stelle, unter der Feuerbrücke H, steigt die untere Fläche so, daß der Zug nur 127 bis 152 Millimeter Höhe behält.

Die vereinigte Flamme der beiden Feuerungen zieht dann über den Herd nach den Füchsen IJ und durch diese in den Kanal K, welcher durch die ganze Breite des Ofens geht. Der Kanal K communicirt:

Fig. 3.



1. hinten mit dem Kanal L, welcher zum Hauptzugskanal N hinuntergeht, kann aber durch den Schieber O von diesem abgesperrt werden;

2. Mit der Oeffnung M, welche die Flamme in den Raum P zwischen dem Gewölbe und den Pfannen F leitet. Dann geht der Zug durch die Füchse QQQ in den horizontalen Kanal R, welcher durch den mit Hilfe des

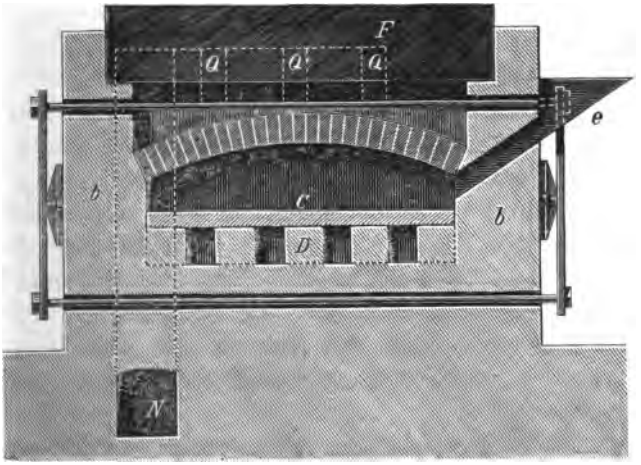
REESE LIBRARY

Schiebers T verschließbaren Zug S mit dem Hauptkanal in Verbindung steht.

Ist der Schieber T geschlossen, der Schieber O dagegen offen, so geht die Flamme aus dem Ofen direct in den Hauptkanal, ohne die Pfannen zu erwärmen; ist aber O geschlossen und T offen, so geht der Zug unter den Pfannen hin.

Die beiden Roste sind gleich groß, 0·9 Meter lang und 0·38 Meter breit; die Roststäbe sind aus Stabeisen

Fig. 4.



von 31 Millimeter im Quadrat; die Schürlöcher UV sind mit beweglichen Thonplatten verschlossen.

Die Vordermauer W der Feuerung, welche 0·457 Meter dick ist, ist nicht mit den Seitenmauern verbunden; sie ruht auf den eisernen Balken yz, und wird oben durch ein Gewölbe X geschlossen.

Dadurch wird es möglich, eine Reparatur an den Feuerungen, an den einzigen Stellen, welche von der Hitze

stark angegriffen werden können, auszuführen, ohne daß die übrigen Theile des Ofens dabei leiden. Nur alle 10 bis 12 Monate braucht man auch das Gewölbe über der Feuerung zu erneuern. Durch die Feuerbrücke H geht ein Kanal s, welcher kalte Luft durch kleine Oeffnungen in der gegen den Feuerraum B gekehrten Seite leitet, wodurch die Brücke abgekühlt und der Rauch besser verbrannt wird.

Die Seitenmauern bb müssen besonders gut fundirt sein, da die Stabilität des Ofens wesentlich darauf beruht.

Das Gewölbe ist 0·23 Meter dick, aus vertical stehenden Steinen gemauert und steht ganz frei.

Die Fugen gehen der Länge des Ofens parallel und das Hauptgewölbe bildet mit dem Gewölbe über dem Roste B ein zusammenhängendes Ganze mit fortlaufenden Fugen.

Die Armirung des Ofens besteht aus gußeisernen Platten von 0·914: 0·609 Meter, drei Stück an jeder Seite, welche durch ein Parallelogramm von Ankersäulen und Zugstangen, das auf die Mitte jeder Platte drückt, gegen die Seitenmauern gehalten werden; die vorderste der oberen eisernen Stangen, welche der Flamme von M am meisten ausgesetzt ist, wird mit einem eisernen oder thönernen Rohr umgeben.

Um die Canäle K und R reinigen zu können, werden an passenden Stellen Löcher angebracht. Desgleichen befinden sich in der einen Seitenmauer vermauerte Löcher zwischen je zwei Pfeilerreihen von 0·127 Meter im Quadrat, um den unteren Zug zu reinigen; doch kann der Ofen jahrelang gehen, ehe der Zug DE sich mit Asche füllt.

Die Arbeitslöcher dd werden stark überwölbt, da an dieser Stelle der Druck des Hauptgewölbes zu tragen ist.

Die Beschickung des Ofens geschieht durch die Trichter e. Es ist Sorge zu tragen, daß die auf dem Ofen angebrachten

Pfannen dicht sind, damit keine Lauge durch dieselben auf das Gewölbe dringt.

Der Herd des Ofens hat einen Flächenraum von 8·93 Quadratmeter, seine Länge ist 3·95 Meter, seine Breite 2·44 Meter. Er wird zwölfmal täglich beschickt, jedesmal mit 500 Kilogramm Mischung, verarbeitet also täglich etwa 6000 Kilogramm Mischung.

Zur Heizung werden täglich etwa 800 Kilogramm Steinkohlen verbraucht; die vom Herd abziehende Wärme verursacht gleichzeitig das ganze Eindampfen der Sodalaugen bis zur Krystallisation und zieht dann noch unter einer eisernen Platte von 5·6 Quadratmeter Fläche hin, auf welcher das Trocknen der Kreide erfolgt. In diesem Ofen wird die Masse durch und durch glühend, ohne daß irgend ein Theil derselben schmilzt, so daß sie vollständig ausgelaugt werden kann.

Die Leitung der Feuerung und der Arbeit muß sehr sorgfältig regulirt werden; hauptsächlich ist darauf zu sehen, daß der Ofen nicht zu warm wird, in diesem Falle schmilzt die Mischung, was für den nachfolgenden Auslaugeproceß von außerordentlicher Bedeutung ist, weil sich die entstehenden Klumpen nur sehr schwer oder gar nicht auslaugen lassen; andererseits aber sehr viel Kryolith von der bereits entstandenen Verbindung umhüllt und der Zersetzung entzogen wird.

Die Zersetzung tritt schon weit unter der Glühhitze ein, wird aber erst vollständig, wenn die Temperatur die Rothglühhitze erreicht hat.

Hier liegt aber der wunde Punkt der ganzen Fabrikation, denn nur wenige Grade über die Rothglühhitze und die Mischung beginnt zu schmelzen.

Es ist deshalb gar nicht zu vermeiden, daß sich hie und da Klumpen bilden, die, wenn sie kalt werden, sehr

hart sind und sich nicht auslaugen lassen; im glühenden Zustande sind diese Klumpen aber weich und dieselben werden, wenn die Zersetzung im Ofen überall erfolgt ist, mit der übrigen Mischung, oder auch einige Minuten früher, herausgezogen, zerdrückt und mit eisernen Krücken durch ein, vor dem Ofen ausgespanntes Drahtnetz gerieben, wodurch die Klumpen ebenso fein als die übrige Mischung werden.

Was während des Durchreibens kalt und hart wird und nicht durch die Maschen des Netzes geht, wird gesammelt, unter Kollergängen zermalmt, nochmals einem schwachen Glühen unterworfen und wieder durch die Drahtnetze hindurch getrieben.

Wollte man die Klumpenbildung durch fleißiges Umrühren der Masse verhindern, so wäre dieses nur Zeitverschwendung und verlorene Mühe, denn die gebildeten geschmolzenen Theile würden beim Umrühren die halbgebrannten Theile umschließen und der Zersetzung entziehen.

Eine gut geglühte Mischung (Asche) bildet eine poröse Masse ohne Staub und *ohne* Klumpen von solcher Härte, daß sie sich mit der Hand nicht zerdrücken läßt.

Wir müssen hier erwähnen, daß die Anwendung von mechanischen Oefen ähnlicher Construction, wie sie zur Darstellung von Sulfat, Potasche, Soda in Verwendung stehen, sicher und gewiß die allerbesten Resultate geben dürfte.

Die aus dem Ofen gezogene Asche wird noch heiß ausgelaugt und zwar in konischen hölzernen Bottichen mit gelochtem Doppelboden (Losboden); oder aber wendet man eiserne Pfannen an, die wie z. B. in Natrona 2·74 Meter lang, 1·52 Meter breit, 1·06 Meter tief sind und 76 Millimeter über dem wahren Boden einen gelochten Losboden besitzen.

Ein ganz guter Auslaugeapparat ist der unter dem Namen „Lessiveur méthodique“ bekannte, und von P. J. Havrez*) construirte Apparat. Derselbe besteht aus einer Reihe von cylinderförmigen Trägen von entsprechender Höhe und Durchmesser.

In der Mitte eines solchen Troges (Cylinders) befindet sich eine Röhre als Achse, von welcher aus der Cylinder durch Scheidewände in zwölf Sectoren getheilt ist, deren je zwei zusammen gehören und mit einander am Cylinderrande durch Röhren verbunden sind, so daß der Cylinder eigentlich in sechs Doppelzellen abgetheilt erscheint.

Die mittlere Röhre (Achse) ist an ihrem oberen Ende mit einem eigenthümlichen, in sechs Doppelfächer abgetheilten Hahn versehen. Je ein Doppelfach dieses Hahnes steht mit je zwei Sectoren dieses Troges in Verbindung, während jedesmal zwei der Sectoren des Troges von dieser Verbindung mit dem Hahne ausgeschlossen sind.

Beim Auslaugen tritt das Wasser durch diesen Hahn ein, und während die von der Verbindung ausgeschlossenen zwei Sectoren gereinigt und frisch gefüllt werden, fließt das Wasser durch den Hahn in den ersten Sector des Troges ein, in welchem die schon größtentheils ausgelaugte Substanz sich befindet, durchdringt diese von oben nach unten, tritt von unten in den zweiten Sector und durchdringt hier die Substanz, welche ebenfalls bereits extrahirt wurde, von unten nach oben.

Nun tritt die Flüssigkeit durch den erwähnten mittleren Hahn in den zweiten Doppelsector, um dort mit Substanz in Berührung zu kommen, die auch bereits dem Extractionsprocesse ausgesetzt war, durchdringt wieder den ersten Theil

*) Dingl. Jour. 186, 376.

des Doppelsectors von oben nach unten, den zweiten von unten nach oben, tritt dann in den dritten Doppelsector zur Substanz u. s. w., bis die Flüssigkeit im fünften Sector extrahirend wirkt und völlig gesättigt durch den Hahn aus dem Apparate austritt.

Gleichzeitig wird der sechste Doppelsector, der bis nun durch die Construction des Mittelhahnes ausgeschlossen war, neu mit Substanz gefüllt.

Durch eine Sechstelwendung des Hahnes wird nun dieser Theil des Apparates in den Gang der Operation einbezogen und der erste Sector, welcher völlig ausgelaugte Substanz enthält, ausgeschlossen und neu beschickt, um wieder als neubeschickter sechster Sector in den Gang der Operation einbezogen zu werden.

Die besten Auslauge-Apparate sind jedoch unbedingt die Buff-Dunlop'schen (auch unter dem Namen Shanks'sche Apparate bekannt), wie solche jetzt allgemein in der Sodafabrikation zum Auslaugen der Rohsoda in Verwendung stehen.

Die Construction der Apparate ist eine sehr einfache und wollen wir hier für Diejenigen, die sich über dieselben näher informiren wollten, anführen, daß dieselben in „Lunge's Handbuch der Soda-Industrie, 2. Band, Seite 410 u. ff." ausführlich beschrieben sind.

Wenn man also zuerst heißes Wasser zum Auslaugen nimmt, so erhält man bräunliche, jedoch ganz eisenfreie, stark alkalische Laugen von etwa 28° B., welche neben Natriumaluminat noch Natriumcarbonat und Aetznatron enthalten.

Gewöhnlich wendet man zum Auslaugen zuerst die Mutterlaugen von der Krystallisation der Soda und die verdünnten Laugen von früheren Operationen an.

Da die aus dem Ofen gezogene Asche an und für sich heiß zum Auslaugen gelangt, so ist im Anfang eine

Anwärmung der Laugen nicht nöthig; dagegen muß das zum weiteren Auswaschen nöthige Wasser heiß angewendet werden.

Sobald die ablaufende Lauge nicht eine gewisse Grädigkeit zeigt, gewöhnlich 20° B., wird sie über frische Füllung laufen gelassen, und so angereichert.

Sei nun das Natriumaluminat aus Bauxit oder Kryolith hergestellt worden, dasselbe muß nun zersetzt werden, um Thonerdehydrat und eine Lösung von Soda zu erhalten.

Die Zersetzung geschieht dadurch, daß man in die klare Lauge Kohlensäure einleitet.

Die nöthige Kohlensäure läßt sich in verschiedener Art und Weise herstellen, ja man könnte sogar die von den Kryolithöfen abgehende Feuerluft benützen, wenn dieselbe nicht gar zu sehr mit Staub ꝛc. verunreinigt wäre; andererseits aber könnte es vorkommen, daß man durch Absaugen der Feuerluft den Betrieb stören würde.

Man hat ferner empfohlen, die in den Feuergasen der Dampfkesselfeuer enthaltene Kohlensäure zu benützen, indem man das Gas aus dem Fuchse absaugt und durch Wasser reinigt.

Dieses Verfahren ist jedoch nur anwendbar dort, wo ausschließlich Holz zum Feuern der Dampfkessel benützt wird, oder aber wo Gasfeuerungen eingeführt sind.

Immerhin ist aber nicht außer Acht zu lassen, daß der Zweck der Feuerung in keiner Weise durch solche Nebennützung gestört werde, wie auch, daß die Reinigung dieser Gase, sowohl von den mitgerissenen mechanischen Beimengungen, wie den empyreumatischen Producten und ähnlichen Verbindungen, eine sehr sorgsame und vollständige sein müsse.

Als Quelle der Kohlensäure wird deshalb immer noch der Kalkofen angesehen.

Die Kalköfen werden überall in ziemlich wenig abweichender Weise ausgeführt; die Abänderungen betreffen nur die Feuerung und die Reinigungseinrichtungen.

Gewöhnlich besitzt ein solcher Ofen (Fig. 5—8) zwei gegenüberliegende Feuerungen a, wenn derselbe weniger als $1^1/_2$ Meter im Durchmesser groß ist, welche da, wo gewöhnliche Feuerungen eine Thür haben, mit einem stehenden Roste versehen sind, der beim Reinigen herausgenommen werden kann.

Die Koks werden durch den kleinen Schacht g von oben beschickt.

Der Kalkstein wird von oben durch die für gewöhnlich mit dem Deckel K geschlossene Oeffnung eingestürzt und durch die Hitze der beiden Feuerungen a zu Aetzkalk gebrannt; die aus ihm entweichende Kohlensäure wird durch das gußeiserne Rohr i abgesogen.

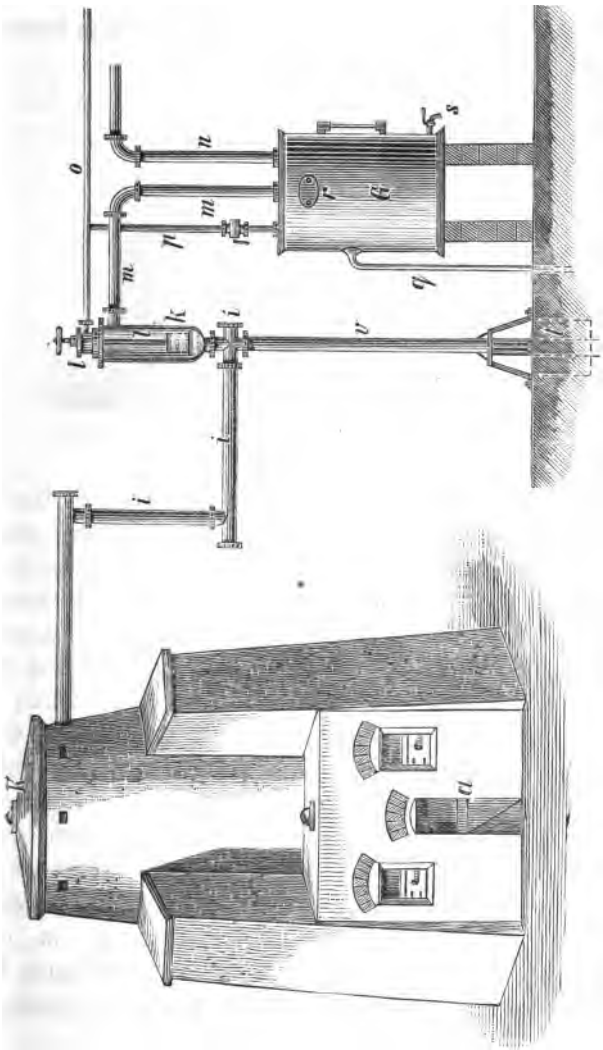
Zu beiden Seiten jeder Feuerung befinden sich Abtheilungen bb, welche mit dem Inneren des Ofenschachtes durch die in dessen Kerngemäuer angebrachten Oeffnungen CC kommuniciren; durch diese wird der fast fertiggebrannte Kalk in die Abtheilungen bb gezogen und bleibt daselbst 6 Stunden stehen.

Die Flamme geht von a aus nach beiden Seiten durch den Kalk denselben Weg nach dem inneren Schacht. In diesen Abtheilungen wird der Kalk erst fertiggebrannt und wird dann durch die in der äußeren Wand des Ofens zu beiden Seiten der Feuerung angebrachten Thüren herausgeholt und dafür aus dem Inneren wieder eben so viel Kalk in die Abtheilungen b nachgezogen, so daß dieselben immer möglichst gefüllt bleiben.

Bei h sind zwei einander ebenfalls gegenüberliegende, durch Vorsetzthüren dicht verschlossene Oeffnungen, durch

REESE LIBRARY
UNIVERSITY
CALIFORNIA

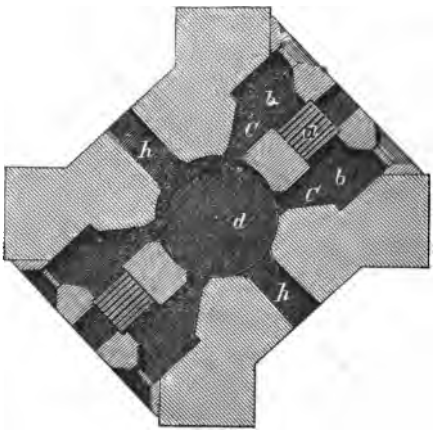
Fig. 5.



welche von Zeit zu Zeit auch Kalk ausgezogen wird, um den im unteren Theile sich ansammelnden Staub zu entfernen.

Fig. 6.

Fig. 7.

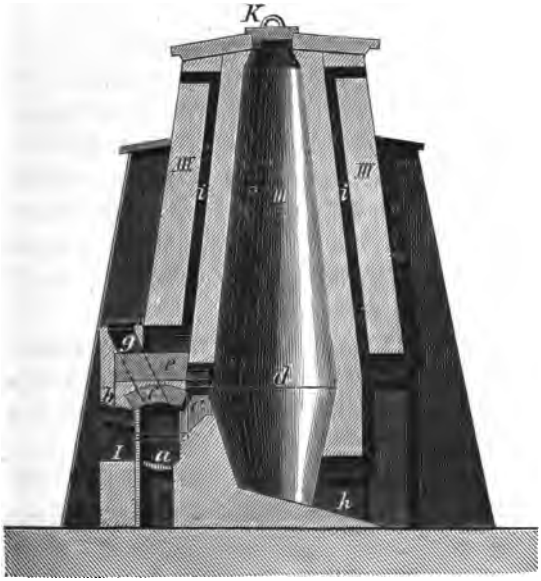


Der Kalkstein kann in Stücken von Faustgröße eingetragen werden; nur muß dafür gesorgt sein, daß einige größere Blöcke von etwa 30—60 Centimeter Durchmesser in der Spirale mit eingeworfen werden.

Es ist als vortheilhaft anerkannt worden, in regelmäßigen, bestimmten Zwischenräumen in den erhitzten Kalkofen einen Dampfstrahl einzuspritzen, weil man dadurch eine reinere Kohlensäure erhält.

Die Stelle, an welcher der Dampf eingeführt wird, richtet sich darnach, je nachdem die Kohlensäure aus dem Ofen abgesaugt wird; geschieht die Absaugung wie in unserem gegebenen Falle, von oben, so wird der Dampfstrahl etwa in der Mitte des Ofens eingeleitet; ist aber die Einleitung oben, so wird die Kohlensäure von unten abgesaugt.

Fig. 8.



Der eingeleitete Dampfstrahl muß sehr stark sein, um den Eintritt der Luft in den Ofen zu verhindern, welcher übrigens durch Thüren gut verschlossen sein muß.

Mittelst einer besonderen Pumpe wird das Gas durch die Leitung i gesaugt, von wo es durch die Reinigungsapparate k und G und dann, zum Gebrauche fertig, ent-

weder im Gasometer zur Aufbewahrung oder sofort zur Benützung gelangt.

Die Wirkung des Kohlensäurereinigers k ist im Wesentlichen bedingt durch die einen kegelförmigen Mantel bildende Wasserfläche, welche, aus dem Ventil l austretend, eine Scheidewand in dem Cylinder k erzeugt, durch die das Gas, um nach G zu gelangen, durchgehen muß.

Hierbei wird es gewaschen und abgekühlt, das Waschwasser wird durch das Rohr v entfernt, welches des Luftdrucks wegen eine gewisse Höhe haben muß.

Der Apparat G ist ein sogenannter Wascher (Laveur), in welchem das Gas nochmals mit Wasser gereinigt wird.

Man kann diesen Waschapparat mit Kalkstein bis zum Wasserniveau anfüllen, wodurch die Menge des Waschwassers bedeutend vermindert wird; man kann es continuirlich ab- und zulaufen lassen, nur muß durch geeignete Einrichtung des Ablaufrohres q dafür gesorgt worden, daß der Eintritt der Luft verhindert werde.

Das Gas tritt am Boden des Waschapparates durch das Rohr m in denselben ein, und gelangt durch n, welches des übergerissenen Wassers wegen nicht zu kurz sein darf, in den Gebrauch.

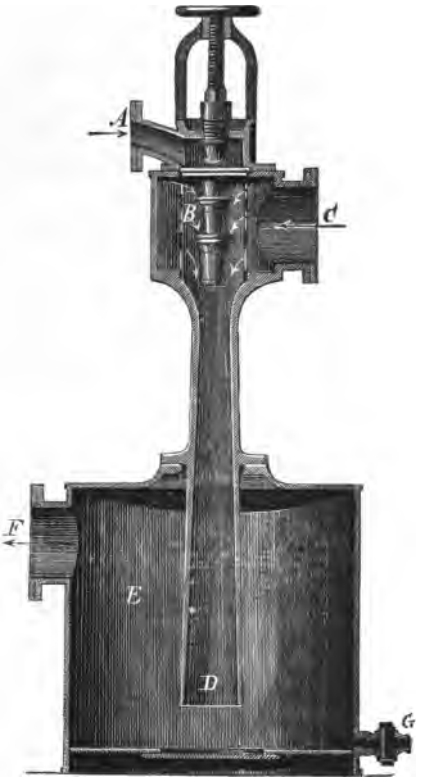
Statt der Kohlensäurepumpe kann man auch einen Dampfstrahlapparat anwenden, welcher weniger Kosten verursacht und auch weniger Raum in Anspruch nimmt.

Ein solches von Körting in Hannover construirtes Patent-Kohlensäuregebläse stellt Fig. 9 dar.

Der Dampf tritt bei A ein und saugt vermöge der durch das Handrad a zu regulirenden Einrichtung seines Strahles bei B die Kohlensäure durch die Leitung C. Beide strömen bei D in den Kasten E, wo ein großer Theil des condensirten Wassers abgesetzt wird und durch G entfernt

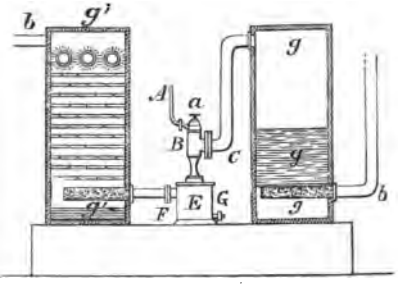
werden kann. Die Kohlensäure wird durch F ausgeblasen. Am Boden von E befindet sich eine verschließbare Reinigungsöffnung.

Fig. 9.



Die Aufstellung erfolgt am besten in der Nähe der Wascher und zwar zwischen zwei Waschern, wie Fig. 10 zeigt; in diesem Falle kommt die Kohlensäure nach der Vermischung mit dem Dampf noch einmal mit kaltem Wasser in

Fig. 10.



Berührung und wird dadurch von einem Theile des Dampfes, der bei unmittelbarer Einleitung in die Lauge zu deren Verdünnung beitragen würde, befreit.

Es wird empfohlen, das Saugrohr wie das Druckrohr verhältnißmäßig weit zu machen.

In den Fig. 9 und 10 sind gleiche Theile mit gleichen Buchstaben bezeichnet.

Bei dem Betriebe des Kalkofens ist zunächst die Auswahl des Brennstoffes und des Kalksteines zu beachten. — Beide müssen möglichst rein, letzterer namentlich frei von Thon sein.

Dann hat man auf regelmäßiges Abziehen des gebrannten Kalkes zu halten. Man wird bald finden, welche Menge in einer bestimmten Zeit fertig gebrannt von dem Ofen bei einer gewissen Gasentnahme geliefert wird.

Die Menge soll man in kleineren Theilen durch häufigeres Ziehen entnehmen, damit die Masse im Ofen in kurzen Unterbrechungen rutschen muß. Sie klemmt sich sonst infolge der Ausdehnung bei steigender Erhitzung fest und kann dann oft nur mit großer Mühe wieder in Bewegung gesetzt werden. — Ferner ist die Leitung häufig zu reinigen und aus diesem Grunde besondere, leicht zu öffnende Verschlüsse an den Knieröhren anzubringen. Mangelnder Durchgangsraum veranlaßt entweder ungenügenden Gasdurchgang oder Undichtigkeiten, in beiden Fällen Verschlechterung des Gases.

Häufige Untersuchung des Kohlensäuregases, wie es die vorstehend beschriebenen Einrichtungen liefern, ist in allen Fällen zu empfehlen; sie giebt, verbunden mit der genauen Beobachtung der Leitungs- und Ofendichtigkeit, bei jeder Art der Kohlensäuredarstellung leicht Aufschluß über den Gang dieser Darstellung, wobei man außerdem auf die Druckverminderung im Wascher und anderen Stellen zu achten hat.

Zum Zwecke dieser Untersuchung bringt man an irgend einer passenden Stelle der Leitung zwischen der Pumpe und dem Fällungsgefäße einen kleinen Probehahn an, an welchen man einen Gummischlauch ansetzen kann, und prüft das hier ausströmende Gas auf seinen Gehalt an reiner Kohlensäure, mittelst einem der bekannten Verfahren.

Die Fällung des Natriumaluminates kann nun in verschiedener Weise geschehen; am einfachsten in geschlossenen, großen, mit Rührwerk versehenen, um ihre Achse drehbaren Cylindern, in welche durch Rohre, die zur Zerlegung des Natriumaluminates nöthige Kohlensäure eingeleitet wird.

Die Zerlegung geschieht rasch und vollständig, nur muß man sich beim Einleiten der Kohlensäure hüten, vor einer Uebersättigung, da sich bildendes Natriumbicarbonat die spätere Klärung sehr hindern würde, obzwar es möglich ist, auch durch Natriumbicarbonat, unter Beobachtung gewisser Vorsichtsmaßregeln, Thonerde niederzuschlagen und frei von kohlensaurem Natron zu erhalten.

Der aus der Lauge gefällte Niederschlag, der feinkörnig ist, und sich leicht aus der Sodalauge ausscheidet, ist jedoch kein reines Thonerdehydrat, sondern eine constante Verbindung von Thonerde, Natron, Kohlensäure und Wasser, bestehend aus

45 Percent Thonerde,
20 „ Natriumcarbonat,
35 „ Wasser.

Nur durch lang dauerndes Auswaschen mit kochendem Wasser kann die Natriumverbindung von der Thonerde vollständig getrennt werden, dadurch wird aber die Thonerde gallertartig und läßt sich dann nur schwer weiter verarbeiten.

Das Auswaschen geschah früher auf großen Leinwandfiltern, die über einem Blechkasten gespannt waren und in welchen man durch Wasserdampf einen luftverdünnten Raum erzeugte.

Jetzt wendet man vorzugsweise Filterpressen mit Auslaugevorrichtung an, wie auch die Centrifuge mit gutem Erfolg zum Auswaschen der Thonerde Verwendung findet.

Das erhaltene kohlensaure Natron ist sehr rein und giebt eingedampft und calcinirt hochgradige eisenfreie Soda.

Der beim Auslaugen auf den Filter zurückbleibende Rückstand ist Fluorcalcium mit kleinen Mengen von Eisenoxyd, Kalk, unzersetztem Kryolith und Thonerdenatron.

Man hat bisher keinerlei Verwendung dafür ausfindig machen können. Kleine Mengen dieses Abfallproductes sollen als Zusatzmittel bei der Darstellung billiger Kautschukwaaren Verwendung gefunden haben. Vielleicht kann man davon als Zuschlag beim Schmelzen von Kupfererzen, auch beim Hochofen Gebrauch machen.

Statt das Natriumaluminat, wie vorbeschrieben, mit Kohlensäure zu behandeln, kann man dasselbe nach dem Verfahren von Löwig durch Calcium-, Baryum-, Strontium- und Magnesiumhydrat in Aetznatron und Thonerdehydrat verwandeln, indem man in die warme, concentrirte Lösung von Natriumaluminat einen Brei eines der vorbemerkten Hydrate so lange einträgt, bis die Flüssigkeit ätzend reagirt und sämmtliche Thonerde ausgefallen ist; man erhält dann eine Auflösung von Aetznatron, während eine Verbindung

von Thonerde und Kalk, respective Baryum-, Strontium- oder Magnesiumoxyd als vollkommen unlöslich abgeschieden wird.

Die Trennung der Lösung vom Niederschlage wird auf mechanischem Wege ausgeführt.

Der gut ausgewaschene Niederschlag des Thonerdekalkes, Baryts-, Strontiums- oder Magnesiums wird in zwei gleiche Theile getheilt, hierauf der eine in Salzsäure gelöst und der andere mit Wasser zu einem Brei angerührt, allmählich in die salzsaure Lösung des ersten eingetragen, bis eine abfiltrirte Probe nur noch kleine Mengen von Thonerde in der Lösung zeigt.

Unter Bildung von Chlorcalcium, -Baryum, -Strontium oder -Magnesium scheidet sich das Thonerdehydrat aus.

Die Zersetzung des Kryoliths *auf nassem Wege* ist nicht weniger einfach, wie die auf trockenem Wege, nur mit dem Unterschiede, daß man dabei statt des kohlensauren Natrons, Aetznatron erhält.

Kocht man fein gepulverten Kryolith mit gebranntem und gelöschtem Kalke, im Verhältnisse von 3 Theilen von ersterem und 2 Theilen des letzteren, so erhält man unlösliches Fluorcalcium und in Lösung Natriumaluminat.

Diese Umwandlung geht mit großer Leichtigkeit vor sich.

Man läßt die Lösung sich durch Absetzen klären, decantirt die klare Lauge ab und wäscht den Rückstand einige Male aus. Die ersten Waschungen vereinigt man mit der abgegossenen Lauge, die letzteren und schwächeren benützt man anstatt Wasser bei einer neuen Operation.

In Lösung hat man also das Natriumaluminat und es handelt sich jetzt darum, die Thonerde von dem Natron zu trennen.

Zu diesem Behufe kocht man die Lösung mit der gleichen Menge Kryolith, als vorher in Angriff genommen worden war; besser ist es aber noch, einen Ueberschuß des letzteren anzuwenden, da dieser Ueberschuß keineswegs verloren geht, sondern vollständig wiedergewonnen, die bezweckte Trennung jedoch wesentlich dadurch gefördert wird.

Wird nämlich die Lösung des Thonerdenatriums mit der entsprechenden Menge Kryolith gekocht, so erhält man, wenn die Zersetzung gehörig vor sich gegangen ist, als Endproduct abermals Fluornatrium und auf der anderen Seite Thonerde.

Diese Operation ist keineswegs schwierig; sie erfordert indessen etwas mehr Aufmerksamkeit, als die Zersetzung des Kryoliths mit dem Kalke.

Die Thonerde nämlich, die auf diesem nassen Wege gebildet wird, ist sehr fein vertheilt.

In dem Maße nun, als bei zunehmender Zersetzung des bei dieser zweiten Operation angewandten Kryoliths die Menge der Thonerde vermehrt wird, umhüllt die fein vertheilte Thonerde den noch übrigen Kryolith, der, weil schwerer, noch dazu zu Boden sinkt. Dadurch wird die völlige Umwandlung des noch vorhandenen Aluminiumfluorids im zugesetzten Kryolith und des in der Lauge befindlichen Aetznatrons in Thonerde, respective Fluornatrium, erschwert.

Ein Gehalt der Lauge an Aetznatron dient als Beweis, daß die Zersetzung noch nicht vor sich gegangen.

Um diesem Uebelstande entgegen zu wirken und die völlige Zersetzung zu beschleunigen, ist es gut, bei dieser zweiten Operation den Kryolith im Ueberschusse anzuwenden. Sodann aber ist es erforderlich, die Flüssigkeit fortwährend in Bewegung zu erhalten, damit der Kryolith am Nieder-

sinken verhindert wird und stets mit der Lauge in gehöriger Berührung und Wechselwirkung bleibt.

Im Großen wird diese Operation durch eine mechanische Rührvorrichtung, wie sie in der Praxis öfter vorkommt, ausgeführt.

Je feiner übrigens der Kryolith gemahlen ist, desto leichter geht natürlich die Zersetzung vor sich.

Die Erhitzung der Flüssigkeit wird je nach Umständen mit Dampf oder durch directe Feuerung vortheilhaft bewerkstelligt. Als Material zu den Gefäßen wird Blei genommen, da Eisen wegen der dadurch so sehr leicht eintretenden Verunreinigung der Thonerde, die doch sorgfältig vermieden werden muß, sich durchaus nicht dazu eignet.

Hat man auf die oben angegebene Weise gefunden, daß die Umwandlung in Thonerde und Fluornatrium völlig vor sich gegangen ist, so läßt man die Lauge sich klären, zieht die klare Lösung des Fluornatriums ab, und wäscht die rückständige Thonerde aus. Die ersten Waschwässer vereinigt man mit der Lösung des Fluornatriums, die folgenden benützt man anstatt Wasser bei einer der folgenden Operationen.

Die Lösung des Fluornatriums wird mit der entsprechenden Menge gebrannten und gelöschten Kalks gekocht und dadurch in Aetznatron verwandelt, welche Lauge alsdann von dem unlöslichen Fluorcalcium durch Absetzenlassen dieses letzteren und Abdecantiren gewonnen wird.

Durch theilweises oder vollständiges Eindampfen der Lauge erhält man entweder Natronlauge oder festes Aetznatron.

Ein möglichst reiner und namentlich eisenfreier Kalk ist jedenfalls wünschenswerth, um eine Verunreinigung der Thonerde zu vermeiden.

Man kann aber auch zur Darstellung der Thonerde schwefelsaure Thonerde benützen, wie sie auf die gewöhnliche Weise aus Alaunstein, aus Alaunschiefer und Alaunerde oder durch die Einwirkung der Schwefelsäure auf Kaolin und Thon gewonnen wird.

Zur Abscheidung kann man anwenden, Magnesia, Baryt oder auch Kochsalz.

Magnesia kann in gebrannntem Zustande verwendet werden, in welchem man sie auf billige Weise durch Zersetzung von Chlormagnesium aus der Mutterlauge der Salinen 2c. erhält.

Die reine oder eisenhaltige, neutrale oder saure und in Lösung befindliche Thonerde, sowie man sie direct durch Behandlung der Thone mit Schwefelsäure oder durch Auslaugen gebrannter thoniger Erden oder Schiefer erhält, wird mit einer Quantität Magnesia in Berührung gebracht, welche der vorhandenen Menge Schwefelsäure äquivalent ist; man rührt, um eine innigere Vermischung herbeizuführen, und erhitzt, wenn es zur Beschleunigung des Vorgangs nöthiger scheint.

Man erhält dadurch einen Niederschlag von Thonerde, mehr oder weniger mit Eisenoxyd gemischt, den man durch Abgießen sondert und durch Abtropfenlassen oder Behandlung im luftverdünnten Raume, oder durch eine Filterpresse oder einen Centrifugalapparat von der Flüssigkeit befreit.

Die in Lösung befindliche schwefelsaure Magnesia concentrirt man durch Abdampfen und gewinnt sie durch wiederholte Krystallisation.

In den meisten Fällen wird die ausgefällte Thonerde mit Eisenoxyd verunreinigt sein.

In einzelnen Fällen kann man an der Stelle der Magnesia kohlensauren Baryt verwenden, welchen man als

REESE LIBRARY UNIVERSITY OF CALIFORNIA

Pulver in einer der Schwefelsäure entsprechenden Menge der Lösung der schwefelsauren Thonerde zusetzt.

Hierbei erhält man zugleich einen Niederschlag von Barytweiß, das sich um so leichter absetzt, je mehr man die Verdünnung und die Temperatur der Flüssigkeit steigert, und einen Niederschlag von Thonerde oder von Thonerde und Eisenoxyd, welcher in Form einer Gallerte über dem schwefelsauren Baryt schwimmt und durch Abgießen und Schlämmen vollständig von diesem getrennt werden kann.

Aus dem natürlichen kohlensauren Baryt und aus dem schwefelsauren Baryt, nachdem er vorher nach dem üblichen Verfahren in Schwefelbaryum umgewandelt ist, lassen sich Lösungen von Chlorbaryum oder jedem anderen löslichen Barytsalz darstellen. Mischt man diese Lösung nach Aequivalentverhältnissen mit Lauge von reiner oder eisenhaltiger schwefelsaurer Thonerde, so entsteht durch doppelte Zersetzung ein Niederschlag von schwefelsaurem Baryt und andererseits Chloraluminium, mehr oder weniger durch Chloreisen verunreinigt.

Wenn die Lösung nur geringe Mengen Eisenoxyd enthält, so kann man dasselbe durch Blutlaugensalz ausfällen.

Man kann auch die Thonerde aus ihrer Lösung fällen, durch kohlensaure Magnesia, Kalk, kohlensauren Kalk, das Doppelsalz aus kohlensaurem Kalk und kohlensaurer Magnesia, Alkalien, alkalische und erdige Schwefelmetalle, namentlich durch Schwefelbaryum. Im letzteren Falle hat man den Vortheil, das für eine folgende Operation nöthige Chlorbaryum wieder zu erhalten.

Wenn man mit eisenhaltiger schwefelsaurer Thonerde gearbeitet hat, so kann man die Lösung der Chlorverbindung concentriren und sie vom größten Theile des Eisens befreien; aber man kann auch die Thonerde mit dem Eisenoxyd ent-

weder durch Kalk oder durch kohlensauren Kalk, oder durch jedes andere Mittel ausfällen.

Glüht man schwefelsaure Thonerde mit Kochsalz so lange, bis sich keine Entwickelung von Salzsäure-Dämpfen wahrnehmen läßt, so erhält man ebenfalls Thonerde neben schwefelsaurem Natron.

Der Rückstand wird einer methodischen Auslaugung unterworfen, wobei man Lösungen von schwefelsaurem Natron erhält, die man auskrystallisiren läßt.

Der beim Aulaugen bleibende Rückstand besteht aus Thonerde.

Darstellung von Chloraluminium.

Die auf die eine oder andere Art und Weise hergestellte Thonerde muß in Chloraluminium, respective Chloraluminium-Chlornatrium übergeführt werden.

Wenn auf die Bildung des letztgenannten Doppelsalzes besonderes Gewicht gelegt wird, dann ist es am einfachsten, das Thonerde-Natron mit eisenfreier Salzsäure zu behandeln, zu trocknen und zu calciniren.

Gewöhnlich wird aber Thonerde selbst zum Ausgangspunkt der Operation genommen, zu diesem Zwecke muß dieselbe erst getrocknet, entwässert werden, was durch Erhitzen in einem Flammenofen geschieht.

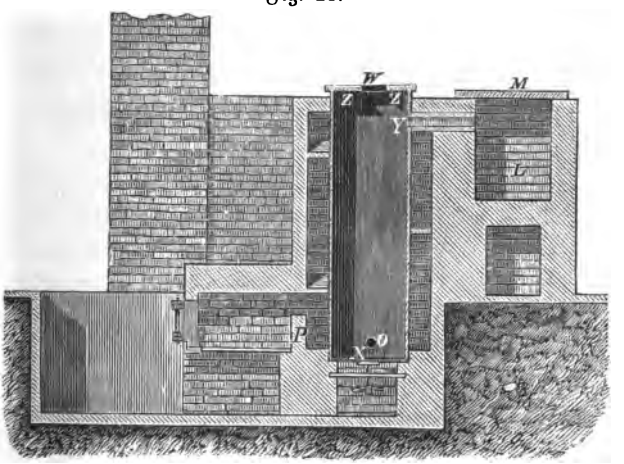
Diese entwässerte Thonerde mischt man mit Kochsalz und Holzkohlenpulver oder Theer und formt aus dieser Mischung Kugeln oder unregelmäßige faustgroße Stücke, welche man nach dem Trocknen in einen Tiegelofen bringt. Der Tiegel Fig. 11 wird gebildet aus einem stehenden Cylinder aus feuerfestem Thon von etwa 300 Liter Fassungs-

raum, der in einem Ofen steht und von der Feuerung F, deren Gase den Cylinder schneckenförmig umspülen, erhitzt wird.

Der Ofen wird derartig eingerichtet, daß der Cylinder, der nach etwa zwei bis drei Monaten unbrauchbar wird, leicht ersetzt werden kann. Ebenso muß den Feuerzügen ein großer Querschnitt gegeben werden, wodurch dieselben mehr geschont werden.

Im Boden des Cylinders befindet sich eine viereckige Oeffnung X, welche zum Entleeren desselben bestimmt ist,

Fig. 11.



und während der Operation mit einer passenden Bodenplatte und Gegenschraube dicht gehalten wird. Das Rohr O, aus Porzellan, das zur Zuleitung des Chlorgases dient und gegen Erhitzung gut abgedichtet sein muß, mündet unmittelbar über dem Boden des Cylinders und reicht bis in die Mitte desselben.

Die obere Oeffnung des Cylinders wird mit einer Platte ZZ luft- und gasdicht geschlossen. In derselben befindet

sich ebenfalls eine entsprechend große Oeffnung W ausgesparrt, die zur Füllung des Cylinders mit der Thonerdemischung dient, jedoch während der Operation ebenfalls gut abgedichtet ist.

Das gasförmige Chloraluminium entweicht während der Operation durch das seitwärts stehende Rohr y, welches etwa 300 Millimeter unterhalb der Deckplatte angebracht ist.

Die Kammer L zur Aufnahme des Destillationsproductes besitzt bei einer Höhe von 1·20 Meter eine Grundfläche von 1 Quadratmeter.

Direct an den Ofen angebaut befindet sie sich stets in einem gewissen Grade von Wärme. Die Innenseite derselben ist mit glasirten Fayence- oder Porzellanplatten ausgekleidet.

An ihrer tiefsten Stelle befindet sich eine 200—300 Millimeter große Oeffnung, welche mit einer hölzernen, mit Blei ausgekleideten Leitung, die beweglich ist, in Verbindung steht, und dazu dient, das überschüssige Chlorgas, sowie nicht condensirtes Chloraluminium abzuleiten.

Das Chlorgas wird nach einer der bekannten Methoden aus Braunstein und Salzsäure entwickelt.

Vielfach gebraucht man aus Chamottemasse oder Steinzeug angefertigte Chlorentwickler, welche zwar sehr viel Handarbeit erfordern, dagegen den Vortheil gegenüber den Steintrögen haben, daß in denselben 5 bis 10 Percent Salzsäure in den Manganlaugen verloren gehen, gegenüber 30 bis 50 Percent in den Steintrögen.

Die Bonbonnes sind verschiedenartig construirt, und zwar, um entweder Braunstein in ganz großen, oder aber in kleinen, haselnußgroßen, bis erbsengroßen Stücken verwenden zu können.

REESE LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA

Im ersteren Falle besitzen sie, wie Fig. 12 zeigt, einen Deckel a, der abgehoben werden kann und mit Wasser oder Chlorcalciumlauge abgeschlossen wird; auf diesem Deckel findet sich ferner b der Einflußtrichter für die Salzsäure und c der Wasserverschluß für das Einsetzen des Gasrohres.

Fig. 12.

Benützt man Braunstein in kleinen Stückchen, so bedient man sich gewöhnlich der in Fig. 13 und 14 in Ansicht und Durchschnitt angeführten Form.

Diese Bonbonnes werden ebenfalls mit einem größeren Deckel b geschlossen, durch welchen ein thönerner Siebkorb a, der Löcher von etwa 5 Millimeter Durchmesser enthält, eingeführt wird.

Fig. 13.

Die kleinen seitwärts stehenden Tubulaturen dienen zur Einführung der Salzsäure und Abführung des Chlorgases.

Gewöhnlich werden vier bis acht dieser Bonbonnes zu einem gemeinschaftlichen System verbunden, indem man sie in einen hölzernen oder aus Mauerwerk in Cement ausgeführten, mit Blei ausgefütterten Kasten zusammenstellt, welcher als Wasserbad dient und durch Dampf geheizt wird; oder man füllt auch diesen Kasten mit Chlorcalciumlösung und erhitzt diese durch eine geschlossene Dampfschlange, um höhere Temperatur hervorzubringen; oder man läßt den Kasten leer und läßt den Dampf darin direct um die Bonbonnes herumspielen.

Fig. 14.

Eine, besonders in Frankreich oft gebrauchte Einrichtung ist aus der Fig. 15 zu sehen.

In den mit Blei ausgefütterten, aus Mauerwerk hergestellten Kasten I, der als Wasser- oder Sandbad dient, werden die Bonbonnes AA .... gestellt, die Rohre b münden in eine gemeinsame Leitung, welche mit einer Kühlvorrichtung aus Blei verbunden ist, in welcher das mitgerissene Wasser und Salzsäure condensirt und in einem Gefäß von Blei gesammelt wird; aus diesem letzteren leitet man das Gas, um es zu trocknen, durch Schwefelsäure und schließlich über Chlorcalcium.

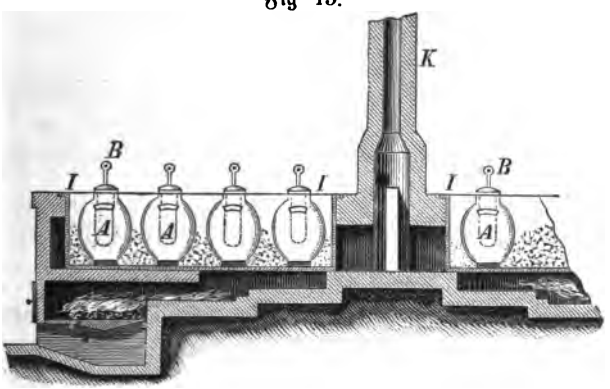
Das Verdichten der Apparate geschieht am einfachsten und besten mit einem Kitte bestehend aus Thon, Leinölfirniß

und Holztheer; auch Zinkoxyd mit Chlorzink, zu einer Pasta angemacht, bietet vorzügliche Dienste.

Man darf nicht unterlassen, alle Theile des Entwickelungsapparates, sowohl Mauerwerk wie Rohre, Holztheile u. s. w. mit Theer anzustreichen und so vor dem Chlor und der Salzsäure zu sichern. Bleirohre ꝛc., die mit einer Auflösung von Asphalt in Terpentinöl oder Benzol mehrmals überstrichen sind, halten sich vorzüglich.

Was nun die eigentliche Darstellung des Chloraluminiums, respective Chloraluminiums-Chlornatriums anbe-

Fig 15.



langt, so wird, so bald das Mauerwerk des Ofens vollkommen trocken geworden, der Cylinder des Ofens mit der calcinirten Mischung angefüllt und der Deckel Z, Fig. 11, festgemacht; das Feuer wird gesteigert, so weit, daß der Cylinder gleichmäßig in seiner ganzen Länge dunkelroth glüht.

In diesem Zeitpunkte läßt man das Chlor eintreten, doch schließt man die Oeffnung W des Deckels Z nicht, damit die ersten Antheile, bestehend aus Wasserdampf und Salzsäure entweichen können.

Ist die Operation im guten Gange, so condensirt sich die Doppelverbindung, Chloraluminium-Chlornatrium vollständig an dem Deckel M der Kammer, in Form von großen, goldgelben Krystallen, welche stalaktitartige Massen bilden, die mitunter bis zu 50 Kilogramm schwer sind.

Nach Maßgabe der Erschöpfung der Mischung, wird durch die Oeffnung W eine entsprechende Menge einer frischen Mischung beschickt, während unten eine ebenso große Menge vorher abgezogen worden ist.

Ein Entweichen vom Chlor darf nicht beobachtet werden, da es sonst ein Zeichen eines unr egelmäßigen Ganges wäre, ebenso dürfen keine weißen Dämpfe im Arbeitsraume bemerkt werden.

Der Geruch des abgehenden und sich entwickelnden Kohlenoxydgases ist ein eigenthümlich scharfer, infolge eines Gehaltes an Siliciumchlorür, den man nicht vermeiden kann.

Darstellung der Alkalimetalle,
(des Kaliums und Natriums).

Das Natrium wurde zuerst von Davy*) mittelst Elektrolyse, im Jahre 1808, entdeckt.

Später erhielten Gay-Lussac und Thenard**) dasselbe in der Art, daß sie eine Mischung aus Potasche, respective kohlensaurem Natrium und Eisenspähnen bestehend, einer sehr hohen Temperatur aussetzten.

Curaudau***) hat darauf mitgetheilt, daß man die Alkalimetalle ohne Zuhilfenahme von Eisen, einfach durch Zersetzung der Carbonate mittelst thierischer Kohle erhalten könne.

*) Transactions philosophiques 1808.

**) Recherches physico-chimiques 1810.

***) Annal. d. chemie. 1ere Serie, 66, 97

Brünner verfolgte diesen Vorschlag, verwendete statt der thierischen Kohle den sogenannten „schwarzen Fluß", d. h. jenes Product, welches man erhält, wenn man rohen Weinstein calcinirt.

Derselbe wendete bei seinen Versuchen zum ersten Male schmiedeiserne Flaschen an, wie solche zur Versendung von Quecksilber üblich sind.

In den Hals einer solchen Flasche hatte er eine eiserne Röhre (Flintenlauf) eingeschraubt, durch welchen das im gasförmigen Zustande befindliche Metall in die Vorlage geleitet wurde.

Die Vorlage war derart construirt, daß der untere Theil derselben mit kaltem Wasser abgekühlt werden konnte, ohne mit dem Alkalimetall in Contact kommen zu können.

Die mit der Mischung beschickte Flasche wurde in einem Ofen in Kohle eingebettet und bis zur Weißgluth erhitzt; in diesem Zustande geht die Reaction vor sich, das Metall verflüchtigt sich und geht in die Vorlage über.

Nach dem Verfahren von Brünner, das als Grundlage des jetzigen angesehen werden muß, konnte man doch nicht mehr wie 3 Percente Alkalimetall aus dem Gemische erhalten, woraus geschlossen werden kann, daß nur ein ganz geringer Theil des Alkalimetalles sich condensirte, während der weitaus größte Theil im gasförmigen Zustand entwich.

Die geringe Ausbeute konnte nur dem Condensationsapparate zur Last gelegt werden, der außerdem an dem Uebelstande litt, daß einer Verstopfung des Ableitungsrohres sowie des Condensators selbst nicht vorgebeugt werden konnte, wodurch Explosionen nicht selten vorkamen.

Dony und Mareska, welche sich mit der Darstellung der Alkalimetalle, namentlich des Natrium beschäf-

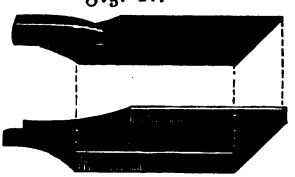
tigten, haben der Vorlage eine Form gegeben, wie sie heute noch mit geringen Modificationen im Gebrauche ist.

Die Vorlage (der Condensator), aus Eisen von 4 Millimeter Wandstärke hergestellt, Fig. 16, 17, besitzt eine, der eines Buches ähnliche, breite und flache Gestalt und hat bei einer Länge von etwa 100 Centimetern eine Breite von 50 Centimeter, dagegen bloß eine Höhe von 6 Millimeter, selbstverständlich ohne Zurechnung der Eisenstärke.

An dem vom Ofen abgewandten Ende ist die Vorlage mit zwei übereinander gebrachten, schlitzförmigen, 25 Millimeter hohen und 6 Millimeter breiten, also die volle lichte Weite des Gefäßes einnehmenden Oeffnungen versehen.

Fig. 16.

Fig. 17.



Der Hals des Condensators, etwa 10 Millimeter lang, ist genau abgedreht, so daß er mit dem Ableitungsrohre ohne Lutirung luftdicht zusammenpaßt.

Mit diesem Condensator sind nun die größten Schwierigkeiten behoben und die Fabrikation kann mit mehr Sicherheit vorgenommen werden.

Angewendet werden als Rohmaterialien, speciell zur Darstellung des Natriummetalles, das momentan in der Aluminium-Industrie Verwendung findet:

Natriumcarbonat,
Kohle,
Kreide,
Koks.

Zuerst wird das Natriumcarbonat bei hoher Temperatur scharf ausgetrocknet; dann werden alle vier Substanzen, jede für sich, früher ebenfalls getrocknet und zu feinstem Pulver vermahlen, zusammengemengt und nochmals in einem Rollirer mit einander gemahlen, indem der Erfolg der Operation hauptsächlich von einer recht innigen Mischung der Rohsubstanzen bedingt ist.

Die Mengenverhältnisse der einzelnen Stoff zu einander sind verschieden; eine vielfach angewendete Mischung besteht aus:

30 Theilen Natriumcarbonat,
13 „ Steinkohle,
5 „ Kreide,
5 „ Koks;

wogegen H. Sainte-Claire Deville empfiehlt, zu nehmen:

1000 Theile Natriumcarbonat,
450 „ Steinkohle,
175 „ Kreide.

Der Zusatz von Kreide hat den Zweck, die Mischung weniger schmelzbar und blasig zu machen, besitzt aber dagegen den Nachtheil, daß der Rückstand, welcher nach der Operation im Cylinder bleibt, sehr unrein wird, und es unmöglich ist einen Theil dieses Rückstandes einer neuen Charge zuzuschlagen; außerdem bildet sich, da die Kreide zu Aetzkalk reducirt wird, aus einem Theile des Natriumcarbonates Aetzalkali, welches bei der Reaction verloren geht.

Man kann aber den Kreidezusatz ganz weglassen, wenn man die Kohle- und Koksmenge vermehrt.

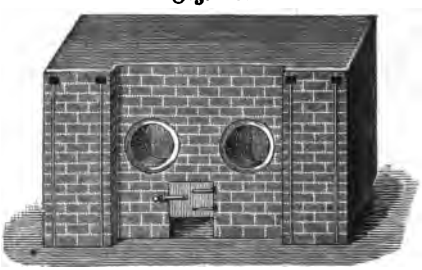
Nachdem die Mischung, wie vorbemerkt, sehr fein und gleichmäßig hergestellt worden, wird dieselbe einer vorläufigen Calcination unterworfen.

Die Calcination wird in gußeisernen Cylindern vorgenommen, die je zu zweien, horizontal in einem Ofen derart eingemauert sind, daß dieselben zur hellen Rothgluth erhitzt werden können.

Gewöhnlich besitzen die Cylinder bei 2·5 Meter Länge einen lichten Durchmesser von 0·4 Meter.

In Fig. 18 ist ein derartiger Calcinirofen abgebildet, und ist die Einlagerung der Cylinder aus derselben leicht ersichtlich. Der Ofen wird gewöhnlich so aufgestellt, daß in demselben die von den Zersetzungscylindern (Retorten) abgehenden heißen Feuergase zur Ausnützung gelangen können.

Fig. 18.



Die Erhitzung der Mischung wird so lange fortgesetzt, bis alle noch in derselben befindliche Feuchtigkeit, Kohlensäure und die aus der Kohle sich entwickelnden verschieden zusammengesetzten Kohlenwasserstoffe entwichen sind. Die Masse schrumpft ein, wird weich, etwas dichter, so daß also eine größere Menge der Mischung in einem gleichen Raume untergebracht werden könne.

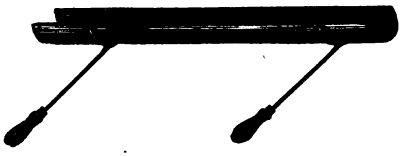
Die Reaction muß unterbrochen werden, sobald die entweichenden Gase die dem Natrium charakteristische gelbe Farbe anzunehmen beginnen.

In diesem Augenblicke wird die Mischung aus dem Cylinder auf den mit Steinplatten belegten Boden des Arbeitsraumes gezogen, wo sie rasch erkaltet und nun zur Weiterverarbeitung benützt werden kann.

Diese Calcination, das Vorschmelzen, hat den Zweck, eine Materie zu erhalten, welche ohne jede weitere Vorreaction sofort nur Natrium entwickelt, sobald sie auf den nöthigen Hitzegrad gebracht wird.

Diese trockene Masse wird nun auf einer dazu eingerichteten Blechrinne, Fig. 19, zu einer Art Patrone vorgerichtet, und diese, wie wir später sehen werden, in den Zersetzungscylinder geschoben.

Fig. 19.



Durch diese Einrichtung ist nicht nur ein Verlust der Mischung beim Eintragen (Chargiren) auf das kleinste Minimum reducirt, man hat noch den Vortheil, daß die Zersetzungsrohre fast voll beschickt werden, und das Chargiren selbst ungemein rasch vorgenommen werden kann.

Die Zersetzungsrohre (Retorten) sind gewöhnlich 120 bis 125 Centimeter lang, 12—14 Centimeter im Lichten und von einer Wandstärke, die zwischen 10—30 Millimeter wechselt (Fig. 20).

Fig. 20.

Diese Retorten sind aus Schmiedeeisen, da Gußeisen die zur Reduction des Natriums erforderlichen sehr hohen Hitzegrade nicht aushalten würde.

An beiden Enden werden dieselben mit schmiedeeisernen Stopfen geschlossen, welche mit feuerfestem Thon gedichtet werden. Der eine dieser Stopfen nimmt das Rohr auf, welches die Retorte mit dem Condensator (der Vorlage) verbindet; während der andere, mit einer vorspringenden Oese versehen, zum Entleeren des Rückstandes nach beendeter Operation und Eintragung einer neuen Charge dient.

Die Zersetzungsrohre sind zu mehreren, horizontal in einem Ofen eingelagert, und zwar derart, daß die Deckel OP,

Fig 21.

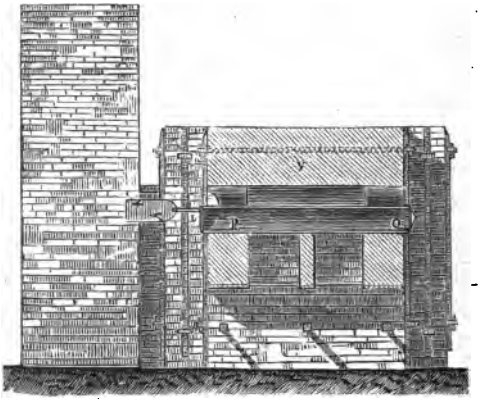


Fig. 21, außerhalb des Ofens zu liegen kommen, und daß die Rohre (oder Retorten), die der Festigkeit wegen auf Backsteinmauern ziemlich hoch über der Feuerung liegen müssen, von der Flamme und den Feuergasen umspült werden.

Man legt gewöhnlich in einen Ofen nicht mehr wie vier Retorten zusammen und verwendet, viel ökonomischer, statt der directen Kohlenfeuerung, Gasfeuerung, die in irgend einem Regenerativ-Gasofen (Siemens, Bicheroux u. A.) entwickelt wird.

Trotz allen diesen Vorsichtsmaßregeln werden die Retorten stark angegriffen und um sie vor der zerstörenden Einwirkung einer sieben- bis achtstündigen Weißglühhitze zu schützen, umgiebt man sie mit irgend einem feuerfesten Materiale.

Am besten eignet sich dazu Graphit, aus dem man, den Retorten entsprechend, große und breite Cylinder herstellt, welche so lange im Ofen unangetastet liegen bleiben, bis sie vollständig abgenützt sind.

Diese Graphitrohre, die nicht nur die Retorten vor der Einwirkung der Stichflamme schützen, sondern auch die Diffusion der gasförmigen Producte in den Feuerraum verhindern, münden an den Seiten des Ofens so, daß die Retorten leicht ausgewechselt werden können. Statt dieser Graphitcylinder kann man auch die Retorten mit einem Gemisch auswendig bestreichen, welches in der Glühhitze schmilzt und emailartig die Außenfläche der Retorte umgiebt. Eine Mischung aus Thon, Sand, gelber Erde, Borax und Wasserglas wird in vielen Fällen gute Dienste thun.

Wir wollen hier noch bemerken, daß die abgehenden Feuergase aus dem Reductionsofen Verwendung finden können zum Vorschmelzen der Mischung, oder aber, wenn mit der Darstellung des Natrium auch jene des Aluminiums verbunden ist, zur Reduction des Chloraluminium-Chlornatriums durch Natrium zu Aluminium.

Als Vorlage bedient man sich der bereits früher erwähnten Condensatoren von Dony und Mareska und bemerken wir nochmals, daß sowohl das Gas- und Dampfableitungsrohr L, Fig. 21, von 5 bis 6 Centimeter Länge und 15 bis 20 Millimeter innerer lichten Weite, welches in den Deckel P eingeschoben wird, wie auch der Hals der Vorlage genau konisch abgedreht sein müssen, so daß sie ohne jede Lutirung luftdicht zusammenpassen.

Was nun den Gang der Operation anbelangt, so werden erst die Retorten rothglühend gemacht, worauf ein Arbeiter den Stopfen O der Retorte langsam wegzieht, darauf ein zweiter die bereits vorbereitete Charge rasch in das Innere der Retorte einschüttet, oder mit Hilfe einer entsprechend construirten Krücke einschiebt, worauf sofort der Stopfen wieder an seine Stelle gebracht wird.

Die Beschickung erfordert bei einiger Uebung der Arbeiter nur sehr wenig Zeit und ist auch ein nennenswerther Verlust an Material und Product nicht bemerkbar.

Fast in demselben Augenblicke als die Mischung in die Retorte eingebracht worden, fängt auch bereits die Reaction an und der Apparat ist in vollem Gange, indem sich Gase entwickeln, die in Form einer mehrere Fuß langen Flamme aus dem oberen Schlitz des Condensators herausschießen.

Die Gase werden im Fortschritte der Reaction immer mehr, sie nehmen mehr und mehr die dem Natrium charakteristische gelbe Farbe dabei an, und werden so intensiv leuchtend, daß sie das unbewaffnete Auge kaum ertragen kann.

Jetzt ist der Augenblick gekommen, wo der Arbeiter rasch die mit einem hochsiedenden Oele (Schieferöl, Paraffinöl) beschickte Vorlage untersetzen muß, in welche das Natrium fällt, und, da die Vorlage durch die Nähe am Ofen vorgewärmt wird, auch gleich schmilzt.

Die Dauer der Operation ist höchst verschieden; sie richtet sich nach der Intensität der Hitze und der Qualität der Mischung; man kann unter Umständen eine Charge in zwei Stunden abgetrieben haben, aber auch noch nach acht Stunden mit der Destillation nicht fertig sein.

Man kann im Allgemeinen sagen, daß, wenn die Reaction rasch vorwärts geht, eine bedeutend größere Menge Alkalimetall erhalten wird.

PRESS OF THE UNIVERSITY CALIFORNIA

Andererseits steht aber die Haltbarkeit der Retorten im umgekehrten Verhältnisse zur Intensität des Feuers. Je höher dieselben in letzterem gehalten werden, um so rascher ist der Verlauf der Operation, um so größer die Abnützung und um so öfter der Ersatz der Retorten.

Die Operation erfordert eine fortwährende Beaufsichtigung.

Man erkennt, daß der Apparat im regelmäßigen Gange sich befindet daran, daß aus dem oberen Schlitz des Condensators das Gas mit einem eigenthümlich pfeifenden Geräusche entweicht; sowie dasselbe aber nachläßt, oder gar ausbleiben sollte, muß die Vorlage sofort gereinigt werden.

Zu diesem Zwecke werden die Condensatoren mittelst rothglühender, entsprechend gebogener Eisenstäbe, welche durch die Schlitze eingeführt werden, gereinigt; aber dessen ungeachtet müssen die Vorlagen fortwährend ausgewechselt werden, indem manche kaum zwanzig Minuten aushalten, ohne verstopft zu werden.

Ist dieser Fall eingetreten, so wird der betreffende Condensator vom Apparate abgenommen und in einen Kasten gebracht, in welchem sich Schieferöl befindet, da sonst die aus einem Gemenge von Natrium, Soda und Kohle bestehende Kruste sich entzünden würde. Ueberdies enthält diese Mischung die so fest an den Wandungen des Condensators festhält, daß sie nur mit Hilfe eines Messers von den Wandungen desselben entfernt werden kann, genügend Natrium, daß es sich lohnt, dasselbe aus dieser Kruste zu gewinnen.

Die Operation geht ihrem Ende entgegen, sobald die Gasentwickelung eine verminderte und der Feuerstrahl kürzer und schwächer wird, wenn auch das Leitungsrohr vollkommen rein und nicht verstopft ist.

Ist dieselbe beendigt, so wird mittelst einer entsprechend gebogenen Krücke der Rückstand aus der Retorte in einen eisernen Karren rasch herausgezogen und die an die Retorte angebrachte und früher bereits vorgerichtete neue Charge eingeschüttet, worauf der Gang der Destillation von Neuem vor sich geht.

Nach einigen Operationen müssen die Retorten einer gründlichen Reinigung unterzogen und auch nachgesehen werden, ob sich dieselben im brauchbaren Zustande befinden.

Ja es kommt sogar vor, daß ein Rohr während der Operation, weil es vielleicht durchgebrannt, ausgewechselt werden muß.

Die Auswechslung geschieht nun mit einer großen Raschheit, und zwar in der Art, daß man die Zuleitung des Feuers, durch Zufallenlassen des Registers, abschließt, die Retorte mittelst einer entsprechenden Vorrichtung (Haken) faßt, und aus dem Ofen zieht, und an deren Stelle eine andere Retorte einschiebt.

Besonders leicht geht die Auswechslung bei jenen Retorten vor sich, die mit einem Schutzmantel von Graphit umgeben sind.

Das Ausheben und Einführen der Retorte wird mit Hilfe einer Art eisernen Karrens, Fig. 22, ausgeführt, bestehend aus einer Achse mit zwei Rädern, von welcher zwei entsprechend gebogene Arme von Eisen abzweigen, die oben eine Art Rinne bilden, in welche die Retorten genau einpassen. Die Höhe des Karrens ist eine derartige, daß, wenn derselbe vor den Ofen gefahren wird, die auf der Rinne befindliche Röhre genau in die Ebene des für sie im Ofen bestimmten Raumes fällt.

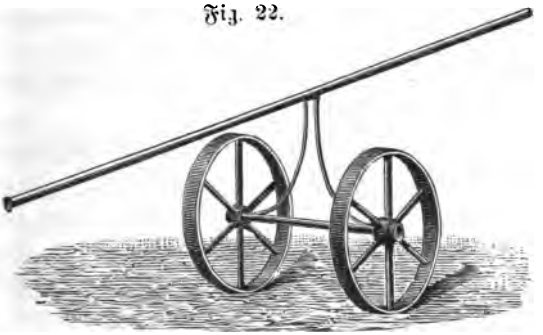
Soll ein Rohr ausgewechselt werden, so fährt man mit zwei Karren an den Ofen und zwar mit einem leeren,

bestimmt zur Aufnahme der heißen Retorte, und einem zweiten, in dessen Rinne sich eine neue Retorte gelagert befindet.

Das Natrium, welches man nach der vorbeschriebenen Operation in den Vorlagen erhält, bildet geschmolzene Stücke oder Tropfen (Granalien), vermischt mit Kohlenstaub und Natriumcarbonat.

Es muß deshalb gereinigt werden, was in der Art geschieht, daß man dasselbe in einem schmiedeeisernen Kessel unter Paraffinöl bei gelinder Wärme schmilzt und zu rechteckigen Blöcken oder anderen Formen vergießt, worauf es fertige Handelswaare liefert.

Fig. 22.



Aufbewahrt wird das Natrium unter einer Schichte von Oel oder irgend einem hochsiedenden, sauerstofffreien Kohlenwasserstoffe (Solaröl, Schieferöl).

Nach R. Wagner*) eignet sich dazu das Paraffin besser wie das Paraffinöl. Begreiflicherweise kann dazu nur reines und durch längere Zeit fortgesetztes Schmelzen im Wasserbade völlig entwässertes Paraffin und nicht das der Kerzen, welches außer der Palmitinsäure auch noch andere sauerstoffhaltige Substanzen enthält, Anwendung finden.

*) Dingl. Journ., 1883, 252.

Das zu conservirende Natrium wird wiederholt in das im Wasserbad geschmolzene, und nicht höher bis 55° C. erwärmte Paraffin eingetaucht und dadurch mit einer beliebig dicken Paraffinschicht überzogen, welche das eingeschlossene Metall vor der Oxydation bewahrt und das Natrium in Holz- oder Pappkästen aufzuheben gestattet.

Beim Versenden größerer Natriummengen wird das Natrium in Holz- oder Blechgefäßen mit Paraffin umgossen; dadurch ist jedem Verluste von Natrium vorgebeugt.

Da das Natrium erst bei 95—96° C. schmilzt, das Paraffin dagegen schon bei 50—60° C. (je nach seinem Ursprunge) flüssig wird, so läßt sich beim Gebrauche das Paraffin mit Leichtigkeit vom Natrium trennen.

In gleicher Weise, wie das Natrium, wird das Kaliummetall dargestellt.

Die Darstellung dieses letzterwähnten Alkalimetalles erfordert jedoch weniger so hohe Hitzegrade, wie sie bei der Fabrikation von Natrium erforderlich sind, und es sind deshalb vielfach Vorschläge gemacht worden, dort, wo man das Natrium durch Kalium nicht ersetzen kann, lieber eine Legirung beider Metalle zur Anwendung zu bringen.

Schon vor fünfzig Jahren schlug Dumas*) vor, bei der Reduction des Natriums etwas kohlensaures Kali mit beizumengen und die entstehende Legirung von Natrium und Kalium mittelst langsamer Oxydation auseinander zu trennen.

R. Wagner**) machte einen gleichen Vorschlag, und zwar in besonderer Berücksichtigung der Aluminium-Industrie, wo das Natrium doch nur als Reductionsmittel wirken soll.

*) Handbuch der angewandten Chemie. Bd. II, 845.
**) Dingl. Journ. 143, 848.

Es scheint jedoch, daß bis jetzt dieser, auch für andere Fabrikationszweige sehr empfehlenswerthe Vorschlag keine Beachtung gefunden hat, obgleich sich von demselben ein günstiger Erfolg erwarten, ja voraussehen läßt.

Nicht nur daß die Reduction beider Metalle aus einem Gemisch von Kalium- und Natriumcarbonaten leichter vor sich geht, als wenn Natriumcarbonat, ja selbst Aetznatron in Anwendung gebracht wird; es ist auch der Schmelzpunkt einer Legirung von Kalium und Natrium weit niedriger, als der Schmelzpunkt eines jeden der beiden Metalle für sich, infolge dessen wird auch der Siedepunkt und die zur Reduction erforderliche Temperatur der Kalium-Natriumlegirung niedriger sein, als die eines jeden der Bestandtheile.

Es darf überhaupt nicht übersehen werden, daß das Natriummetall neben Kryolith stets die Basis der ganzen Aluminium-Industrie bleibt und der Preis des letzteren hängt deshalb vorzugsweise von dem Natriumpreise ab.

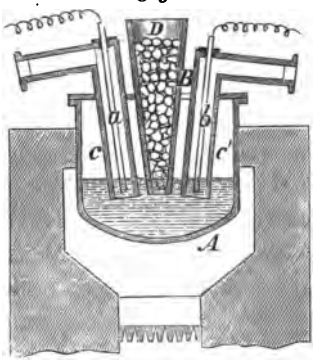
Die Herstellungskosten von 1 Kilogramm Natriummetall betragen nach W. Weldon etwa 7—8 Mark. Der größte Theil dieser Kosten kommt auf die Retorten, in denen das Natriumcarbonat mit Kohle erhitzt wird, und welche so schnell zerstört werden, daß die Anschaffung derselben die Hälfte der Kosten des Natrium ausmachen.

Um die Kosten der Herstellung des Natriummetalles zu erniedrigen, wurden Vorschläge gemacht, dasselbe auf elektrotechnischem Wege zu erzeugen.

Daß die Darstellung in dieser Weise möglich ist, hat bereits Davy bewiesen, der das Metall zuerst mittelst eines elektrischen Stromes erhielt, und zwar aus einer Lösung von Natriumcarbonat.

P. Jablochkoff will zur Herstellung des Natriums (Kaliums) Chlornatrium (Chlorkalium) anwenden, indem er das zu zersetzende Salz durch den Trichter D, Fig. 23, in den geheizten Kessel A einfüllt. Durch die beiden Knierohre C und C', werden die Elektroden eingeführt. Das am positiven Pole a entwickelte Chlorgas und das am negativen Pole b frei werdende dampfförmige Metall werden ununterbrochen abgeführt und entsprechend verdichtet.

Fig. 23



Darstellung des Aluminiums.

Das Aluminium wird im Großen nur durch Reduction des Chloraluminium-Chlornatrium mittelst Natrium dargestellt.

Außerdem giebt es noch eine Anzahl mehr oder minder guter Vorschläge, die jedoch keine Beachtung fanden.

Die Materialien, in erster Richtung das Doppelsalz Chloraluminium-Chlornatrium müssen eisenfrei sein.

M. H. Deville war der erste, der Aluminium in größerem Maße herstellte, und den man, unbeschadet der Rechte der früheren Entdecker dieses Metalles, Davy, Wöhler u. A. — als den Erfinder desselben nennen könnte.

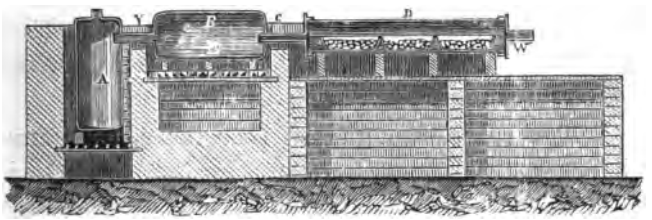
Sein Verfahren mehr oder minder abgeändert, besteht hauptsächlich darin, Chloraluminum mittelst Natron zu zersetzen.

Der Apparat, dessen sich Deville zur Darstellung größerer Mengen von Aluminium bediente, war, wie Fig. 24 zeigt, zusammengesetzt.

Der Cylinder A aus Eisen, welcher in einem Ofen eingesetzt ist, wird mit der Doppelverbindung Chloraluminium-Chlornatrium beschickt und erhitzt.

Dieser Cylinder ist mittelst einer Röhre mit einem zweiten liegenden Cylinder verbunden, in welchem sich Eisendrehspäne befinden, dazu dienend, die sich entwickelnde Salzsäure, Siliciumchlorür, Eisenchlorür u. a. V. zurückzuhalten, weshalb derselbe im glühenden Zustande erhalten werden muß.

Fig. 24.



Durch die breite Röhre C ist der ebenfalls aus Eisen hergestellte Cylinder D mit dem Cylinder B in Verbindung gebracht. In dem Cylinder D sind Schalen mit Natrium aufgestellt, und zwar faßt eine jede derselben etwa 500 Gramm des Alkalimetalles.

Die Erhitzung dieses Cylinders muß mit der größten Sorgfalt geschehen, da sich während der Reaction eine so bedeutende Wärme entwickelt, daß man manchmal gezwungen ist, das Feuer unter diesem Cylinder zu mäßigen, ja oft ganz zu entfernen.

Die Reaction geht in diesem Cylinder nicht immer in allen Theilen gleichmäßig vor sich, man findet oft, daß,

während im hinteren Theile des Cylinders die Schalen nur wenig in Action traten, die im vorderen Theile desselben befindlichen entfernt werden müssen.

Man zieht deshalb Schalen, die noch zum vollständigen Schmelzen nicht gekommen waren, aus, und schmilzt dieselben auf der Sohle eines Ofens oder in einem Tiegel fertig.

Gewöhnlich wird aber das Aluminium in Tiegeln ausgeschmolzen, und zwar aus einer Mischung, bestehend aus:

1000 Theilen Chloraluminium-Chlornatrium
187·5 bis 200 „ Natrium
500 „ Kochsalz
500 „ Flußspath.

Der Zusatz von Kochsalz wird nur als Flußmittel zugesetzt, der Zusatz von Flußspath hat den Zweck, die geringe Menge Thonerde, welche sich infolge der Feuchtigkeit aus dem Chloraluminium gebildet, aufzulösen.

Man mischt zuerst das Chloraluminium-Chlornatrium mit dem vollkommen trockenen Kochsalz und dem sehr fein gepulverten Flußspath innig zusammen und trägt das Gemisch abwechselnd mit Natrium schichtenweise in die Tiegel ein. Man bedeckt schließlich mit einer Schichte Kochsalz, setzt die Tiegel in einen Flammofen, Fig. 25, und erhitzt allmählich bis zur Weißgluth, so daß die Masse gleichmäßig fließt und Aluminiumchlorid sich zu verflüchtigen anfängt.

Man läßt nun die Tiegel erkalten und findet:

a) eine obere, weiße Schicht, bestehend ausschließlich aus Chlornatrium, an der unteren Seite derselben finden sich Kügelchen von mehr oder minder reinem Aluminium;

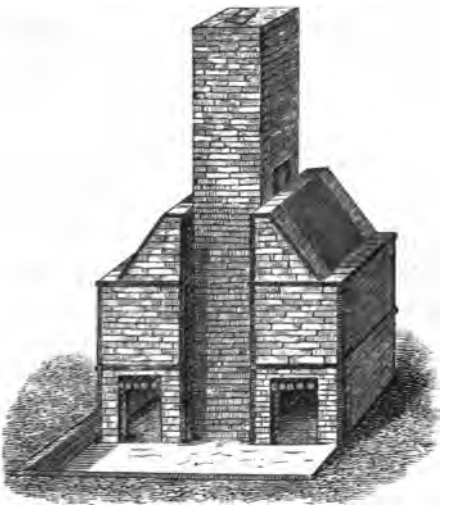
b) darunter eine größere Schicht, grau von Farbe, welche erhebliche Mengen von Aluminium in zertheiltem Zustande oder in Form von Kügelchen enthält. Durch Auf-

lösen im Wasser wird das Aluminium von den dasselbe begleitenden Stoffen getrennt.

Leider geht infolge Beimischung vom Ammonchlorür ein Theil des Aluminiums bei diesem Auflösungsprocesse verloren.

Dieses in feinvertheiltem Zustande befindliche Metall wird vorher getrocknet und dann in einem Tiegel erhitzt. Sobald es zu schmelzen anfängt, wird dasselbe mit einem

Fig. 25.



Eisen- oder besser Porzellanstabe umgerührt und das reine Metall sammelt sich am Boden des Tiegels, wo es zu einem einzigen Block erkaltet.

Man muß vorzugsweise darauf achten, daß die Zersetzung eine vollständige sei und sich kein Natriummetall, sei es in freiem Zustande, sei es als Aluminiumlegirung, in dem Schmelzkuchen befinde, da dann dieser leicht wie Zunder

Feuer fängt, und nur zu retten ist, wenn man denselben sofort mit etwas Chloraluminium-Chlornatrium überschüttet.

Statt der Tiegel benützte Paul Morin einen Flammofen, dessen Herd so eingerichtet war, daß das Aluminium, in dem Maße, als es sich bildete, sich in einer Vertiefung dieses Herdes ansammelte und dort zu einer compacten Masse zusammenschmolz.

Morin war es auch, der zuerst einen Zuschlag von Fluorcalcium (Flußspath) in Anwendung brachte.

Die Zusammensetzung der Mischung bestand aus
100 Theilen Chloraluminium-Chlornatrium
50—20 „ Natrium
50 „ Flußspath.

Das innige Gemenge dieser Substanzen wird auf den vorher zur Rothgluth erhitzten Herd eines Ofens gebracht, der ähnlich wie ein Sodaofen construirt ist.

Nachdem der Rost gut mit Brennmaterial beschickt worden ist, wird der Ofen geschlossen.

Die Reaction geht vor sich und durch Umrühren der Masse läßt sich das Aluminium in der Vertiefung zu einem Ganzen vereinigen, von wo man es ablassen kann.

Läßt man zuerst den hauptsächlich aus Chlornatrium bestehenden weißesten und flüssigsten Theil der Schlacke ablaufen, so kann man auch das Fluorcalcium als Nebenproduct gewinnen.

Die nach dem Abkühlen bleibende Schlacke ist licht grau-gelblich und enthält etwas Aluminiummetall in Form größerer Kügelchen, die durch Abschlämmen aus der zerkleinerten Schlacke leicht gewonnen werden können.

Statt Flußspath kann vortheilhafter Kryolith genommen werden. Derselbe wirkt einerseits lösend auf die Thonerde

wie Flußspath und erhöht andererseits die Ausbeute an Aluminium, indem er selbst mit in Reaction tritt.

Für diesen Fall kann man sich folgender Mischung bedienen:

100·0 Theile Chloraluminium-Chlornatrium
32·0 „ Natrium
36·5 „ Kryolith.

Nach dem Vorschlage von M. H. Rose sollte man einfach Kryolith zur Darstellung des Aluminiums benützen, und zwar, indem man denselben bei Gegenwart eines Flußmittels mit Natrium zusammenschmilzt.

Es giebt zwar nichts einfacheres als die Zersetzung des Kryoliths. Eine Mischung bestehend aus:

100·00 Theilen Kryolith
78·00—93·75 „ Natrium
56·00 „ Chlorkalium
43·75 „ Chlornatrium

wurde zu diesem Zwecke empfohlen.

Der vorher geschmolzene und auf's Feinste gepulverte Kryolith wird zuerst mit dem ebenfalls geschmolzenen und fein gepulverten Chlorkalium und Chlornatrium auf das Innigste gemischt, und in einen Tiegel eingetragen, doch so, daß stets auf eine Schicht von Natrium eine Schicht der vorerwähnten Mischung kommt.

Es ist hauptsächlich darauf zu sehen, daß die Natriumscheiben mit dem Gemische vollständig überdeckt sind.

Die gefüllten Tiegel werden in einen Gebläseofen gebracht und darin so hoch erhitzt, daß die Reduction vor sich gehen und Fluornatrium sich erzeugen könne.

Dazu ist aber eine bei Weitem höhere Temperatur nöthig, als jene, bei welcher die Zersetzung des Doppelsalzes Chloraluminium-Chlornatrium vor sich geht.

Ist die Reaction beendigt, so wird der gleichmäßig geflossene Inhalt des Tiegels in eisernen Formen ausgegossen, in denen sich das Aluminium am Boden sammelt und nach dem Erkalten von der Schlacke getrennt werden kann.

Das so erhaltene Aluminium braucht nur noch gereinigt und umgeschmolzen zu werden, um marktgerechte Waare zu geben.

Die Vortheile, welche die Verwendung des Kryoliths empfehlen, bestehen darin, daß man mit einem Materiale arbeitet, welches an der Luft unveränderlich ist und auch eisenfrei, wenn genügend Diaspor zur Verwendung steht.

Das Doppelsalz Chloraluminium-Chlornatrium ändert sich leicht an der Luft, die Darstellung desselben ist stets mit großen Unannehmlichkeiten verbunden und zwar deshalb, weil man zu dessen Darstellung Chlor entwickeln muß, welches, wie bekannt, eine nicht angenehme Arbeit ist. Die Rückstände bei Verwendung des Doppelsalzes bestehen aus dem werthlosen Chlornatrium, wogegen bei Anwendung des Kryoliths aus dem rückständigen Fluornatrium durch Kochen desselben mit Kalk Aetznatron gewonnen werden kann.

Trotz dieser Vortheile, die das Kryolithverfahren mit sich bringt, konnte sich dasselbe doch nicht einbürgern, und zwar deshalb, weil dasselbe verhältnißmäßig zu wenig Aluminiummetall (5 Percent) liefert.

Dagegen hat man, wie schon früher erwähnt, den Flußspath in den verschiedenen Mischungen durch Kryolith ersetzt, und zwar, weil die Reaction glatter und gleichmäßiger vor sich geht und der aus Fluornatrium bestehende Rückstand in Aetznatron übergeführt werden kann.

Der hohe Preis des Aluminiums erklärt sich aus dem Preise der Alkalimetalle, namentlich des Natriums, welches

als Reductionsmittel des Chloraluminiums-Chlornatriums Verwendung findet.

Nun behauptet aber N. Basset*), daß alle Metalloide und Metalle, welche das Chloraluminium zersetzen, und dabei Chloride bilden, die leicht flüssiger oder flüchtiger als das Chloraluminium oder dessen Doppelsalz mit Chlornatrium sind, die Reduction sowohl des Chloraluminiums als seines Doppelsalzes bewerkstelligen können; man daher Arsen, Bor, Cyan, Zink, Antimon, Quecksilber ja sogar Zinn, sowie die Amalgame von Zink als Reductionsmittel anwenden könne

Vorzugsweise ist es das Zink, welches sich wegen seines niedrigen Preises, seiner leichten Anwendbarkeit, seiner Flüchtigkeit und seiner Eigenschaft sich leicht mit dem Aluminium zu legiren, in dem Maße als dieses in Freiheit gesetzt wird, als Reductionsmittel eignet, und auch von Specht (bereits im Jahre 1860) als die beste und für die Praxis geeignetste Methode gefunden und empfohlen worden ist, wie auch H. Wedding**) die Darstellung von Aluminium mittelst Zink, durch, von ihm selbst vorgenommene Versuche als richtig gefunden hat.

Das Verfahren erfordert aber eine höhere Temperatur und daher viel Vorsicht.

Wenn man Chloraluminium-Chlornatrium bei einer Temperatur von 250° bis 300° C. mit Zink zusammenbringt, so bildet sich Chlorzink und freies Aluminium. Letzteres löst sich im überschüssigen Zink auf und da sich das Chlorzink mit dem Chlornatrium verbindet, so wird die Masse allmählich teigig, dann fest, während die Legirung flüssig bleibt.

---

*) Dingl. Jour. 173, 350.

**) Dingl. Jour. 177, 337.

Wenn man die Temperatur erhöht, schmilzt die Masse neuerdings, das Zink reducirt einen Antheil Chloraluminium und das überschüssige Zink reichert sich verhältnißmäßig mit Aluminium an.

Diese Thatsachen bilden die Grundlagen des folgenden allgemeinen Verfahrens.

Man bringt 1 Aeq. Chloraluminium-Chlornatrium zum Schmelzen und nachdem die Salzsäuredämpfe verjagt sind, setzt man 4 Aeq. gepulvertes oder gekörntes Zink zu.

Das Zink schmilzt rasch und durch Umrühren verdickt sich die Masse der Chloride, wonach sie fest wird.

Das ist die erste Operation.

Diese Masse, welche aus Chloraluminium-Chlornatrium und Chlorzink besteht, kommt in einen Tiegel oder Ofen und die (bei einer der vorhergehenden Operationen) abgestochene Legirung wird darüber gebracht. Man erhitzt allmählich bis zur lebhaften Rothgluth, und unterhält diese Temperatur eine Stunde lang. Dann rührt man die geschmolzene Masse mit einem eisernen Haken, und sticht nach dem Erstarren derselben das Metall ab, welches eine Legirung von Zink und Aluminium in gleichen Verhältnissen ist.

Das ist die zweite Operation.

Wenn man diese Legirung auf Chloraluminium-Chlornatrium, welches der ersten Operation unterzogen wurde, umschmilzt, so liefert sie Aluminium, das nur noch einige Percente Zink enthält, die aber verschwinden, wenn man das Metall neuerdings unter Chloraluminium-Chlornatrium, welches mit ein wenig Flußspath gemengt ist, schmilzt, vorausgesetzt, daß man die Temperatur bis zur Weißglühhitze steigert und dieselbe bei Ausschluß der Luft bis zum Aufhören der Zinkdämpfe unterhält.

Das so erhaltene Aluminium ist rein, wenn das angewandte Zink keine fremden Metalle enthält. Man braucht es bloß umzuschmelzen, um es in Barren gießen zu können. In dem Falle, wo das Zink Eisen enthielte, oder das Chloraluminium mit Eisen verunreinigt wäre, kann man die Legirung von der zweiten Operation mit verdünnter Schwefelsäure behandeln. Der unauflösliche Rückstand wird nach dem Waschen geschmolzen; hierzu bringt man abwechselnd eine Schicht desselben und eine Schicht Kryolith mit einigen Percenten Chloraluminium-Chlornatrium (welches nur den Zweck hat, den Schmelzgang zu begünstigen) in einen Tiegel.

Wie wir bereits erwähnt, wird das Aluminium bis jetzt ausschließlich aus der Doppelverbindung Chloraluminium-Chlornatrium durch Reduction mittelst Natriummetalls dargestellt.

Außer den bereits erwähnten Methoden giebt es noch eine nicht unbeträchtliche Anzahl von Vorschlägen zur Herstellung dieses Metalls, von denen wir hier einige der besseren folgen lassen.

So empfiehlt Knowles, das Natrium durch irgend ein Cyanalkalimetall (Cyankalium, Cyannatrium) zu ersetzen, und auf Chloraluminium wirken zu lassen. Es bildet sich Chlornatrium oder Chlorkalium, während Aluminium frei wird.

Dullo*) schlägt vor 100 Theile von Sand und Eisen möglichst freien Thon mit 120 Theilen Kochsalz und 30 Theilen Kohlenpulver nebst der erforderlichen Wassermenge auf das Innigste zu mischen und die gut getrocknete, in nußgroße Stücke gebrochene Mischung in Röhren von feuerfestem Thon zu bringen, wovon je sechs in einem

*) Polytech. Centralblatt 1865, 1014.

Ofen rothglühend gemacht werden können. Jedes Rohr soll 1·25 Meter lang und 150 bis 180 Millimeter inneren Durchmesser haben. Man erhitzt bis zum Glühen und leitet Chlorgas, das nicht absolut trocken zu sein braucht, durch.

Für je drei solche Röhren ist ein Chlorentwickelungsapparat nöthig, und da man im Fabriksbetriebe bald den Inhalt der Röhren kennen würde, so würde man auch bald die für ein Röhrensystem nöthige Menge Braunstein und Salzsäure finden, so daß eine Füllung der Rohre, auch eine Füllung des Chlorentwickelungsapparates nöthig machen würde.

Die Absorption des Chlors geht rasch vor sich, schneller als wenn man Chlor über reine Thonerde leitet; außerdem bildet sich Kohlenoxyd, welches entweicht, und gegen Schluß der Reaction Chlorsilicium.

Nach Dullo's Ansicht hat das Aluminium zum Chlor größere Verwandtschaft als das Silicium; es bildet sich daher zuerst Chloraluminium, und erst dann, wenn alle Thonerde in die Chlorverbindung umgewandelt ist, fängt Chlorsilicium an, sich zu bilden. Dieser Zeitpunkt macht sich äußerlich bemerkbar, indem, wenn die Bildung des Chloraluminiums beendet ist, sich Chlorgeruch am Ende des Rohres oder der Retorte zeigt.

Ist dieser Punkt erreicht, so hört man mit dem Zuleiten von Chlor auf, zieht das glühende Gemisch aus der Retorte unmittelbar in's Wasser und dampft die Lösung zur Trockene ein, um die geringe Menge Kieselerde, die in Lösung geht, auszuscheiden. Dann löst man wieder in Wasser und dampft nach dem Filtriren die Lösung der Doppelverbindung (Chloraluminium-Chlornatrium) ein.

Die gänzliche Abwesenheit der Kieselerde bei der Reduction ist durchaus nothwendig. Es ist auch nothwendig, daß nicht mehr Kochsalz zum Thon hinzugefügt wird, als oben angegeben,

UNIVERSITY

d. h. auf 1 Atom Thonerde 3 Atom Chlornatrium; wendet man mehr an, so wird Gelegenheit gegeben, daß auch das Doppelsalz von Chlorsilicium und Chlornatrium sich bilde, welches zwar für sich nicht bestehen könne, aber in Verbindung mit viel Chloraluminium-Chlornatrium dazu beiträgt, daß die Kieselerde löslich wird und bleibt.

Möglich wäre es vielleicht, die Einwirkung des Chlor auf die Thonerde so zu reguliren, daß selbe nicht gänzlich in Chloraluminium umgewandelt werde, sondern daß einige Percente noch unzersetzt bleiben, so daß sich kein Chlorsilicium bilden könnte, welches die Reduction stört.

Dann würde es auch möglich ein, die Reduction gleich in derselben Retorte vollenden zu können, so daß also die Darstellung des Aluminiums so einfach und billig sein möchte, daß das Metall im Preise kaum höher stehen würde als das Kupfer.

Die Reduction des Doppelsalzes selbst, erfolgt mittelst Zink nach Bassets Verfahren *).

A. L. Fleury**) will Aluminium in der Art erzeugen, daß er reine Thonerde, die er mit Gastheer, Harz, Petroleum oder einer ähnlichen Substanz, zu einem Brei anmacht, verwendet.

Dieser Teig wird zu Kugeln oder kleinen Ballen geformt, welche nach dem Trocknen in eine Retorte oder Thonröhre gebracht, und darin bei Kirschrothglühhitze unter einem Druck von 20 bis 30 engl. Pfund auf den Quadratzoll (!) mit Kohlenwasserstoffgas behandelt werden.

Dadurch findet Reduction des Aluminium statt, welches in Gestalt von Schwamm mit Kohle vermengt zurückbleibt.

---

*) Siehe Seite 59.

**) Chem. News 1869. Nr. 487, 162.

Die Masse wird mit Zink verschmolzen, wobei man eine Legirung von Aluminium mit Zink erhält, aus welcher das Zink abdestillirt werden kann.

Wir bezweifeln, daß sich nach diesem Verfahren ein irgendwie erträgliches Resultat erzielen läßt, wie es überhaupt an und für sich selbst nicht gut möglich ist, durch Destillation das Zink von dem Aluminium zu trennen.

J. Morris*) mischt Chloraluminiumlösung mit gepulverter Holzkohle und Lampenruß, dampft so lange ein, bis sich eine zähe Masse bildet, welche zu Kugeln geformt wird.

Während des Eindampfens entweicht Chlorwasserstoffsäure, die zurückbleibende Thonerde ist in der Kohle innig vertheilt.

Die Kugeln werden getrocknet, dann zur Austreibung des letzten Restes Chlor in passenden Behältern, z. B. eisernen Röhren, mit Wasserdampf behandelt, dabei aber stark erwärmt, daß sich der Wasserdampf nicht condensirt.

Nun wird die Temperatur gesteigert, so daß die Röhren im Dunkeln eine mäßige Rothgluth zeigen, und trockene Kohlensäure eingeleitet. Diese soll durch die Kohle zu Kohlenoxyd reducirt werden, welches nun, wie Morris behauptet, die Thonerde zu Aluminium reducirt.

Obgleich die Menge des entweichenden Oxydgases im Allgemeinen den Maßstab des Fortschreitens der Reduction abgiebt, so ist es doch zweckmäßig, die Erhitzung der Röhren oder Gefäße nicht fortzusetzen, bis die Entwickelung dieses Gases ganz oder auch nur nahezu aufgehört hat, da durch geringe Unterschiede in der Consistenz der Kugeln einige derselben früher als die übrigen alle ihre Kohle abgeben können. Wenn in einigen dieser Kugeln schließlich noch zu viel Kohle

*) D. R.-P. Nr. 22150.

enthalten ist, so werden sie zurückgelegt, und wenn sich genügend viele angesammelt haben, nochmals dem Reductionsverfahren unterworfen.

Die Behandlung der Kugeln mit Kohlensäure zum Zwecke der Reduction dauert bei dem Mischungsverhältniß von 5 Theilen Kohle auf 4 Theile Aluminiumoxyd mindestens 30 Stunden.

Wie Morris angiebt, erscheint das Metall als mehr oder weniger poröse, schwammförmige Masse; es wird dann durch Schmelzung und durch mechanische Vorrichtungen von den Resten nicht reducirter Thonerde, wie von Kohlentheilen befreit und in Formen abgelassen.

Das so gewonnene Metall in der schwammigen Form oder in Gußstücken wird im Allgemeinen nicht rein sein, muß deshalb erst in irgend einer Weise gereinigt werden.

Nach Corbelli*) soll man 100 Theile geschlämmten Thon mit 600 Theilen englischer Schwefelsäure oder concentrirter Salzsäure mischen, und diese Mischung auf 450 bis 500° C. erhitzen. Den Rückstand mischt man mit 200 Theilen trockenem Blutlaugensalz und 150 Theilen Kochsalz und erhitzt das Gemenge zum Weißglühen. Das reducirte Aluminium soll sich am Boden des Tiegels ansammeln.

Einen Fortschritt in der Darstellung des Aluminiums würde das Verfahren von H. Niewerth**) bedeuten, wenn wirklich die Reaction so glatt verlaufen würde, wie angenommen ist.

Der zu seinem Verfahren nöthige Ofen, Fig. 26, besteht aus zwei Schachtöfen A und B, welche mit Koks

*) Polytech. Centralbl. 1858, p. 1589.

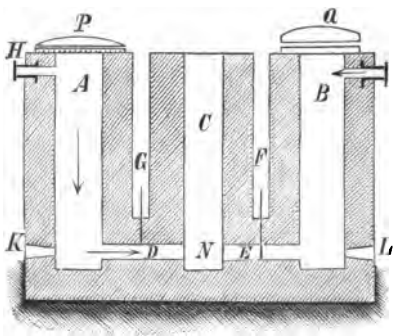
**) D. R.-P. 27142.

gefüllt und bei abgehobenen Deckeln P, Q durch Einleitung von Gebläseluft mittelst der Düsen K, L hochwarm geblasen werden, während der ebenfalls erhitzte Ofen C mit drei Gichten beschickt wird.

Die erste besteht aus einem Gemische von Natriumcarbonat, Kohle, Schwefel und Thonerde; die andere ist schwefelsaure Thonerde; die dritte ein Flußmittel (Chlorkalium oder Chlornatrium).

Hierauf wird der Deckel P auf A geschlossen, Schieber G aufgezogen, Schieber F geschlossen und das Gebläse für

Fig. 26.



A abgestellt. Durch H läßt man Wasserdampf nach A eintreten, welcher sich dort zersetzt. Der frei werdende Wasserstoff und das sich bildende Kohlenoxyd treten durch D nach C.

Durch die hohe Temperatur und durch die Reductionsgase vor jeder Oxydation geschützt, bilden sich durch die Einwirkung des Schwefels auf Kohle einerseits Schwefelkohlenstoff, andererseits durch Einwirkung des letzteren auf Thonerde und kohlensauren Natron die betreffenden Schwefelmetalle. Auf diese wirkt schwefelsaure Thonerde so ein, daß

nach Verjagung der Schwefelsäure der schwefelsauren Thonerde, schweflige Säure, Natrium und Aluminium resultirt. Da Natrium leicht flüchtig ist, so bleibt Aluminium zurück, welches durch N abgestoßen wird.

Werden die aus A kommenden Gase kalt, so schließt man den Deckel Q und arbeitet nun in gleicher Weise mit dem Ofen B.

Fremy*), später Petitejean**) stellten das Aluminium dar, indem sie Schwefelkohlenstoffdämpfe über hellrothglühende Thonerde leiteten.

Zur Beförderung der Reaction soll die Masse von Zeit zu Zeit umgerührt werden, bis die Thonerde in flüssiges oder geschmolzenes Schwefelaluminium verwandelt ist.

Man kann auch ein Sulfosalz erzeugen, indem man Thonerde mit Theer oder Harz gemengt in einem mit Kohle gefütterten Tiegel erhitzt und darauf einige Zeit glüht.

Das so erhaltene Schwefelalumium oder auch Schwefelaluminium-Schwefelnatrium wird in einen rohrförmigen Tiegel gegeben, durch dessen Boden Kohlenwasserstoffgas geleitet wird, der das Aluminium aus seiner Verbindung mit Schwefel abscheidet.

Nach Petitejean soll sich das Aluminium aus dem Schwefelmetalle oder Sulfosalze auch dadurch abscheiden lassen, daß man dasselbe mit Eisenfeile oder einem anderen geeigneten Metalle mengt und das Gemenge schmilzt, oder indem man statt des Kohlenwasserstoffes Metalldämpfe in den Tiegel von dem Boden aus leitet.

*) Jour. f. prakt. Chemie 59, 11.
**) Polytech. Centralbl. 1858, 888.

Darstellung des Aluminiums mittelst Elektricität.

Der wichtigste Factor, mit dem man jetziger Zeit bei der Darstellung des Aluminiums zu rechnen hat, ist die Verwendung der Elektricität.

Es werden allseitig die größten Anstrengungen gemacht, die Elektricität für die chemische Technologie geeignet zu machen, ja, es ist sogar vorauszusehen, daß künftig gerade hier der Schwerpunkt der ganzen Elektrotechnik liegen wird.

Wichtig ist unbestritten die Elektricität für die Gewinnung der Metalle.

Bereits im Jahre 1807 gelang es Davy, Potasche vermittelst des Stromes einer Wollastone'schen Batterie von 400 Elementen zu zersetzen.

Magneto-elektrische und dynamo-elektrische Ströme erhalten wir aber nun mit den jetzt gebräuchlichen und immer noch der Vervollkommnung zustrebenden Maschinen viel leichter und billiger, wie es zur Zeit Davy's der Fall gewesen war.

Die Verwendung der Elektricität für die Metallgewinnung besitzt weiter auch den nicht zu übersehenden Vortheil, daß sich mit derselben Hitzegrade erzeugen lassen, die wir weder mit dem Knallgasgebläse, noch mit der Regenerativ-Gasfeuerung erzeugen können. Die durch die Feuerung erreichbare Temperatur beträgt etwa 2500 bis 2800° C., aber lange ehe dieser äußerste Punkt erreicht worden ist, wird die Verbrennung so träge, daß die Verluste an Wärme durch Strahlung der Erzeugung von Wärme durch Verbrennung das Gleichgewicht halten und eine weitere Zunahme der Temperatur verhindern.

Bei Anwendung von Elektricität ist aber der erreichbare Hitzegrad theoretisch unbegrenzt.

Ein weiterer Vortheil liegt aber auch darin, daß die Schmelzung in einer vollkommen neutralen Atmosphäre vor sich geht; das ganze Verfahren im Laboratorium ohne viel Vorbereitung und unter den Augen des Beobachters vorgenommen werden kann und daß endlich bei Benützung der gewöhnlichen, sehr schwer schmelzbaren Materialien die praktisch erreichbare Grenze der Hitze sehr hoch liegt, da im elektrischen Schmelzofen das schmelzende Material eine höhere Temperatur als der Schmelztiegel selbst hat, während im gewöhnlichen Verfahren die Temperatur des Schmelztiegels diejenige des darin geschmolzenen Materials übersteigt.

Bei der Fabrikation des Aluminiums handelt es sich darum, entweder das Aluminium selbst aus seinen lösbaren Salzverbindungen direct abzuscheiden oder aber das, bis jetzt bei diesem Reductionsprocesse nöthige Natriummetall wohlfeil herzustellen.

Denn trotz der vielen Vorschläge, von denen wir einige der besseren, empfehlenswertheren mittheilten, hat keiner derselben die Verwendung des Natriums aus der Fabrikation des Aluminiums verdrängen können.

Nun betragen aber die Kosten für die Herstellung der Thonerde aus Bauxit oder Kryolith 9·7 Percent, die des Doppelsalzes Chloraluminium-Chlornatrium 33·4 Percent und die Zersetzung des Doppelchlorids mit Natriummetall 56·9 Percent der Gesammtkosten des Aluminiums.

Den Vorschlag, das Aluminium direct durch Reduction von Thonerde mit Kohle zu erzeugen, hält W. Weldon für unmöglich, weil die zur Dissociation von Thonerde erforderliche Temperatur nicht erreichbar ist.

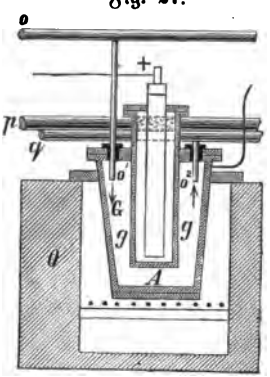
Umso wichtiger erscheint daher die Verwendung des elektrischen Stromes.

Die Abscheidung des Aluminiums durch Elektrolyse gelingt jedoch nur bei Anwendung des wasserfreien, bei 200° C. schmelzenden Doppelsalzes von Chloraluminium-Chlornatrium.

Als Anode wendet man eine aus Thonerde und Kohle gepreßte Platte, durch welche man ihrer ganzen Länge nach den Zuleitungsdraht führt, um den Leitungswiderstand möglichst zu verringern, das Metall erhält man jedoch in Form eines zusammenhangloſen, mit viel Chlornatrium gemengten Pulvers.

Zu berücksichtigen ist, daß womöglich Gefäße von Kalk oder Magnesia zu verwenden sind, da Aluminium aus Thongefäßen Silicium aufnimmt und brüchig wird.

Fig. 27.



Richard Grätzel*) benützt Schmelzgefäße, Fig. 27, aus Porzellan, Thon oder auch aus Aluminium, welche zugleich als negative Elektrode dienen, diese sind zu mehreren in einem Ofen O angeordnet.

Die positive Elektrode K ist mit einem Isolirmantel G, welcher unten an den Seiten bei g durchlöchert ist, umgeben, so daß das sich an derselben entbindende Chlorgas, getrennt von dem durch Rohr O^1 zu und durch Rohr O^2 abgeleiteten reducirenden Gase, durch Rohr p abgeführt werden kann.

*) D. R.-P. 26962.

Um die elektrische Spannung zu verringern und das sich an Metallchlorid, respective Fluorid, erschöpfende Schmelzbad wieder anzureichern, werden im Inneren des Isolirmantels G Stangen aus Kohle und Thonerde, respective Magnesia bestehend, eingesetzt.

Johannes Braun*) will jedoch dadurch zum Ziele gelangen, daß er eine Alaunlösung, deren Volumgewicht zwischen 1·03 und 1·07 schwanken darf, bei gewöhnlicher Temperatur unter Anwendung einer unlöslichen Anode zerlegt, während man die im Verlaufe der Operation entstehende freie Schwefelsäure durch allmählichen Zusatz eines Alkali neutralisirt, nachdem zur Vermeidung des Ausfallens der Thonerde eine nicht flüchtige organische Säure in die Lösung gebracht ist.

Eigenschaften und Verwendung des Aluminiums.

In welcher Art und Weise auch das Aluminium dargestellt worden sein mag, immerhin läßt die Reinheit desselben sehr viel zu wünschen übrig, immer ist es durch Eisen, Silicium, ja selbst Natrium, Blei, verunreinigt, wie die Analysen einiger Aluminiumsorten zeigen, die wir im Nachfolgenden anführen.

So fand J. W. Mallet im Aluminium von verschiedenen Bezugsquellen

	Probe .	Probe II.	Probe III.
Aluminium . .	92·969	96·253	96·890
Eisen	4·882	3·293	1·840
Silicium . . .	2·149	0·454	1·270;

*) D. R.-P. 28760.

Sauerwein in einem Aluminium:

Aluminium . . .	97·20
Eisen	2·40
Silicium	0·25.

Nach Dumas enthielt

	Probe I.	Probe II.
Aluminium . . .	92·5	96·16
Eisen	6·8	3·37
Silicium	0·7	0·47.

W. Hampe fand in den reinsten Sorten Aluminium, die er erhalten konnte, in 100 Theilen:

	Probe I.	Probe II.
Silicium	1·0	0·4
Eisen	1·3	1·4
Blei	0·2	0·2
Kupfer	0·1	0·4.

Trotz diesen großen Mengen von Eisen und Silicium, die jedoch im Aluminium höchst ungleichmäßig vertheilt sind, sind die Schnitt- und Bruchflächen doch rein weiß, ohne daß man irgend eine Spur von Beimengungen bemerken könnte. Das Silicium scheint sich überhaupt im Aluminium in ähnlicher Art zu verhalten, wie der Kohlenstoff im Roheisen, das heißt, ein Theil scheint chemisch gebunden, ein zweiter nur mechanisch beigemengt zu sein.

Gereinigt (raffinirt) kann ein Aluminium werden, wenn man dasselbe einige Mal mit Salpeter schmilzt, und zwar in einem Tiegel, der aus Thonerde mit Natriumaluminat hergestellt wird.

J. W. Mallet*) hat das Aluminium nur dadurch ganz rein erhalten, daß er das käufliche Aluminium mit Brom behandelte, das erhaltene Bromid wiederholt der

*) Jour. Amer. chem. soc. 1882, p. 147.

fractionirten Destillation unterwarf, und dann mittelst Natrium reducirte. Durch wiederholtes Umschmelzen mittelst Löthrohr auf Aluminiumblech, erhielt er das Metall zwar chemisch rein, dasselbe war aber dann weicher als das käufliche.

Wenn auch diese vorbemerkte Methode für das Studium der Eigenschaften und Eigenthümlichkeiten des Metalles sehr empfehlenswerth ist, so ist dieselbe für Fabriksbetrieb nicht anwendbar; man kann daher mit vollem Rechte behaupten, daß es bis jetzt nicht gelang, ein völlig reines eisen- und siliciumfreies Aluminium herzustellen, und dasselbe in den Handel zu bringen.

Ebenso schwierig, wie die Herstellung des reinen Aluminiums ist es, sich rasch über die Reinheit des Handelsaluminiums Gewißheit zu verschaffen.

Es dürften deshalb die von den verschiedenen Sorten Aluminium in alkalischer Lösung entwickelten Wasserstoffgasmengen, vorausgesetzt, daß dem Aluminium kein Zink beigemengt ist, als annähernd dem Gehalte an reinem Aluminium entsprechend angesehen werden, worauf Fr. Schulze*) ein sehr einfaches Verfahren der Werthbestimmung des Aluminiums gründete.

Von zwei Sorten Aluminium gaben 0·5 Gramm der einen Sorte 648 Cubikcentimeter Wasserstoffgas, die gleiche Menge der anderen Sorte bei der nämlichen Temperatur und gleichen Verhältnissen nur 580 Cubikcentimeter.

Die reine blanke Fläche des Aluminiums ist stark glänzend, weiß, von einem Farbenton, welcher zwischen der Farbe des Zinns und jener des Zinks liegt, dennoch wegen seinem angenehmen bläulichen Schein, selbst bei ungenügender

*) Die gasvolumetrische Analyse, 1863, p. 18.

Beleuchtung, weder mit Silber, noch mit Zink oder Zinn, oder einem anderen weißen Metall verwechselt werden kann.

Das eigenthümliche Lüster läßt sich aber nicht dauernd erhalten. Mit der Zeit nehmen die Gegenstände mit blanker Oberfläche eine olivengraue Färbung an, werden unansehnlich und sollen wieder ihre ursprüngliche Weiße erhalten, wenn man sie, nach Mourey's Vorschlage, zuerst in verdünnte Fluorwasserstoffsäure (2 Gramm Säure auf 1 Liter Wasser) legt und dann durch Salpetersäure passirt.

Das auffallend geringe Eigengewicht des Aluminiums = 2·56 — 2·57 (nach J. W. Mallet = 2·583 bei + 4° C.) läßt es ganz von selbst aus allen anderen Metallen erkennen, denn das Aluminium ist dreimal leichter als Kupfer (Dichte des Kupfers = 8·93), viermal leichter als Silber (Dichte des Silbers = 10·5), und sieben- bis achtmal leichter als Gold (Dichte des Goldes = 19·33); die Leichtigkeit ist für ein Metall eine so abnorme, daß sie das Gefühl bewirkt, als wenn wir Pappe in Händen hätten.

Die Härte des Aluminiums entspricht annähernd der des Feinsilbers, läßt sich aber schon durch höchst geringe Beimengungen anderer Metalle ganz beträchtlich erhöhen, das Aluminium erhält aber dadurch, wie wir später sehen werden, ganz neue Eigenschaften.

Es wird glänzender, härter, bleibt, mit Zink, Zinn, Silber und Gold in kleinen Mengen versetzt, noch dehnbar, während es durch Wismuth brüchig wird. Eisen und Kupfer ertheilen ihm dagegen keine besonders nachtheiligen Eigenschaften, vorausgesetzt, daß sie in nicht zu großen Mengen dem Aluminium zugesetzt worden waren.

Das Aluminium ist ziemlich bröcklich; der Bruch ist uneben, feinkörnig, seidenglänzend, und besitzt Aehnlichkeit mit dem des Zinks.

Was die Dehnbarkeit anbelangt, so ist dieselbe eine vollkommene, und es steht das Aluminium in dieser Hinsicht dem Silber und Gold sehr nahe. Es läßt sich, ohne Kantenrisse zu bekommen, mit Leichtigkeit zu Blech von beliebiger Stärke auswalzen, ja sogar wie Silber und Gold in Blattform bringen.

Beim Verarbeiten zu Blattaluminium darf das Blech beim anfänglichen Auswalzen bloß auf 100 bis 150° C. erwärmt werden: eine eigentliche Glühhitze hat sich dabei als durchaus ungeeignet erwiesen.

Solche Aluminiumblätter eignen sich vorzugsweise dazu, die übrigen, dieses Metall charakterisirenden Eigenschaften zu zeigen; ein Aluminiumblatt löst sich z. B. mit überraschender Schnelligkeit in Aetzkalilauge auf, mit Hinterlassung des ihn stets begleitenden Eisens.

Dieses Blattaluminium ist weiter sehr leicht verbrennbar, schon in einer Lichtflamme mit einer höchst blendenden, blitzähnlichen Lichterscheinung; die entstehende Thonerde ist geschmolzen und so hart wie Korund.

Während in compacten Massen durch Aluminium das Wasser bei 100° C. wirklich nicht zersetzt erscheint, besitzt es diese Eigenschaft in der so äußerst ausgebreiteten Form von Blattaluminium. Im reinen siedenden Wasser entwickelt es langsam Wasserstoffgas; nach mehrstündigem Kochen sind die Blättchen halbdurchscheinend geworden, das heißt in Thonerde verwandelt.

Die Festigkeit des Aluminiums ist ebenfalls eine sehr bedeutende, und zwar beträgt sie nach Versuchen, angestellt von W. H. Barlow, 1892 Kilogramm für 1 Quadratcentimeter; die Dehnbarkeit = 2·5 Percent.

Nicht minder bemerkenswerth ist die Wärmeleitungsfähigkeit dieses Metalls; sie beträgt nach Calvert und Johnson*) (Silber = 1000) = 665.

Der Abnützungsgrad des Aluminiums liegt in der Mitte zwischen Silber und Neusilber, und zwar nach Winkler im Verhältniß von 1·0 : 1·5 : 2·5.

Der Schmelzpunkt des Aluminiums liegt zwischen jenem des Zinks und des Silbers und kann zu ungefähr 700° C. angenommen werden.

Das Aequivalent des Aluminiums ist = 13·75, wenn H = 1 angenommen wird.

Das Aluminium verändert sich bei ziemlich hoher Temperatur nicht; wird aber dasselbe bis zum Weißglühen erhitzt, dann verbrennt es unter starker Lichtentwickelung zu Aluminiumoxyd, das die Oberfläche des Gegenstandes bedeckt.

Das Aluminium reducirt die Oxyde von Kupfer und Blei unter Explosion, das Eisenoxyd nur theilweise unter Bildung einer Legirung von gleichen Aequivalenten beider Metalle. Die Oxyde von Zink und Mangan werden von Aluminium nicht zersetzt.

Mit Salpeter bis zur Rothgluth erhitzt, verbrennt das Aluminium mit schön blauer Flamme.

Auch mit schwefelsaurem Kali oder Natron giebt es unter diesen Umständen eine starke Detonation.

Kohlensaures Kali zerstört das Metall rasch unter Absatz von Kohle.

Silicate und Borate der Alkalien, wie Glas und Borax, greifen das Metall an, es überzieht sich dasselbe mit Bor und Silicium. Letzteres scheint sich nicht mit demselben zu verbinden, da das Metall seine Dehnbarkeit beibehält.

---

*) Dingl. Journ. 153, 285.

RELIGIOUS LIBRARY
UNIVERSITY

Kochsalz und Fluorcalcium, besonders das letztere, scheinen die besten Flußmittel für das Aluminium zu sein.

Kaltes wie warmes Wasser besitzen keine Einwirkung auf das Aluminium, selbst wenn dasselbe zur Rothgluth erhitzt worden war.

Nicht minder indifferent verhält es sich gegen den Einfluß der Luft mit alleiniger Ausnahme, daß es, wie bereits früher erwähnt, eine unansehnliche, olivengraue Färbung annimmt.

Wasserstoff, Stickstoff, Schwefel, Kohlenstoff sind ohne jede Einwirkung auf das Aluminium; dagegen wird dasselbe von Chlor ungemein rasch angegriffen, was auch, jedoch im minderen Grade, vom Jod, Brom und Fluor der Fall ist.

Reine Salpetersäure wirkt in der Kälte nur sehr wenig und sehr langsam auf das Aluminium; in der Hitze und länger andauerndem Sieden wird das Metall merkbar angegriffen.

Sehr gering ist die Einwirkung der Schwefelsäure auf dasselbe; in gleicher Weise wie diese wirken organische Säuren, wie Essigsäure, Oxalsäure, Weinsäure u. A.

Nur Salzsäure kann als das wirkliche Lösungsmittel des Aluminiums angesehen werden. Ueberall dort, wo in einem Säuregemisch Salzsäure sich befindet, ist es auch die letztere, welche die Zerstörung des Metalls einleitet. In gleicher Art wirken Jodwasserstoffsäure, Bromwasserstoffsäure, Fluorwasserstoffsäure.

Schwefelwasserstoff besitzt weder in der Kälte noch in der Wärme irgendwelche Einwirkung auf das reine Metall.

Das Aluminium wird dagegen leicht von alkalischen Flüssigkeiten (Kaliumhydrat, Natriumhydrat) unter Entwickelung von Wasserstoffgas angegriffen, unter weiterer Bildung von Alkali-Aluminat, das in Lösung geht.

Kalkwasser übt eine gleiche Wirkung wie Natron oder Kali, mit dem Unterschiede, daß die entstehende Calciumverbindung niederfällt.

Flüssiges Ammon wirkt nur sehr schwach auf das Metall, dabei unlösliche Ammonverbindung bildend.

Was nun das Verhalten des Aluminiums gegen Metalllösungen anbetrifft, so wird das Silber aus einer schwachsauren oder neutralen Lösung von salpetersaurem Silber in Dendritenform ausgeschieden; die Ausscheidung beginnt nach sechs Stunden; aus einer ammoniakalischen Lösung von Chlorsilber oder chromsaurem Silber fällt das Metall sofort als krystallinisches Pulver.

Aus schwefelsaurem oder salpetersaurem Kupfer scheidet sich erst nach zwei Tagen das Kupfer (in Dendriten und Octaëdern) ab, aus dem salpetersauren Salz zugleich ein basisches Salz als grünes, unlösliches Pulver; aus einer Chlorkupferlösung fällt das Kupfer sogleich, etwas langsamer aus essigsaurem Kupfer. Ebenso tritt die Ausscheidung aus dem Sulfat oder Nitrat sofort ein, wenn man der Lösung eine kleine Menge Chloralkali zusetzt und die Fällung ist bei Gegenwart einer genügenden Menge Aluminium vollständig.

Aus Queckſilberchlorid, —cyanid und —nitrat scheidet sich zuerst metallisches Queckſilber ab, welches dann mit dem Aluminium ein Amalgam bildet, welches Wasser bei gewöhnlicher Temperatur lebhaft zersetzt und sich an der Luft unter starker Erwärmung oxydirt; dieselben Eigenschaften besitzt das durch Erwärmen der beiden Metalle in einer Kohlensäure-Atmosphäre bereitete Amalgam. Aus salpetersaurem und essigsaurem Blei scheidet sich das Metall langsam in Krystallen ab, aus dem Chlorid sofort; eine alkalische Lösung von chromsaurem Blei giebt metallisches Blei und Chromoxyd.

Aus einer alkoholischen Sublimatlösung wird durch Quecksilber auch das Aluminium viel schneller und unter beträchtlicher Wärmeentwicklung abgeschieden, als aus einer wässerigen Lösung; auch aus der Lösung von Quecksilberjodid in Jodkalium reducirt es das Metall. Aluminium scheidet im Sublimatdampfe Quecksilber ab; und an den kälteren Theilen des Rohres setzt sich Chloraluminium ab; durch die Reactionswärme schmilzt das überschüssige Aluminium. Ebenso verhält sich das Aluminium gegen geschmolzenes Chlorsilber, und auch hier schmilzt das frei gewordene Silber durch die Reactionswärme.

Aus einer alkalischen Zinklösung wird das Zink leicht abgeschieden.

Das Aluminium läßt sich sehr gut nach jeder Richtung hin bearbeiten.

Um das Aluminium zu gießen, darf man dasselbe nicht in den gewöhnlichen irdenen Schmelztiegeln schmelzen, weil daraus das Silicium reducirt, dadurch das Metall grau und brüchig wird. Dieser Uebelstand läßt sich nur dadurch vermeiden, wenn man dem irdenen Tiegel ein Futter von Kohle oder besser, von heftig geglühter Kryolith-Thonerde giebt.

Um es gut schmelzen und gießen zu können, muß man die Menge des Metalls, welche man schmelzen will, ja nicht auf einmal in den Tiegel, sondern nach und nach in kleinen Partien eintragen, damit sich die Masse von Zeit zu Zeit, bis zum völligen Schmelzen der ganzen Menge etwas abkühle.

Ein wesentlicher Handgriff zur Erlangung eines guten, reinen Gusses besteht darin, die zu schmelzenden einzelnen Stücke in Benzol zu tauchen, bevor man sie in den Tiegel wirft.

Mourey gießt sogar eine kleine Quantität Benzol oder Talg nach vollendeter Schmelzung des Aluminiums in den Tiegel.

Verwendet man die bei der Verarbeitung des Aluminiums zu den verschiedenen Industrieartikeln sich ergebenden Abfälle, so muß man so viel als möglich früher die Stücke, an welchen noch Loth anklebt, ausscheiden, damit der neue Guß durch letztere nicht verunreinigt werde. Das anhaftende Loth läßt sich entfernen, wenn man die Abfälle in Salpetersäure legt, indem diese nur das Loth, nicht aber das reine Aluminium angreift.

Uebrigens wird in der Praxis in den seltensten Fällen reines Aluminium zu Gußstücken verwendet, sondern in der Regel dasselbe mit 4 bis 8 Percent Silber legirt.

Das Ausglühen der aus Aluminium angefertigten Gegenstände ist nicht schwieriger, als das aller übrigen Metalle.

In dem Augenblicke, als das Aluminium sich zu röthen beginnt, ist dessen Ausglühen vollständig.

Zu empfehlen ist es, die Oberfläche des zu glühenden Gegenstandes mit einem fetten Körper zu bestreichen; das Verschwinden desselben bezeichnet den Moment, in welchem das Object aus dem Glühofen zu entfernen ist.

Das Aluminium läßt sich, wie bereits erwähnt, ebensogut als andere Metalle walzen, nur muß es öfters ausgeglüht werden.

Das Blattaluminium (Aluminiumfolie) wurde zuerst von Wien aus und zwar durch C. Falk u. Comp. in den Handel gebracht und anstatt der leichter nachdunkelnden Silberfolie zu decorativen Zwecken verwendet. Dasselbe hat den Vorzug vor dem Blattsilber, daß es hochpoliturfähig ist und lange Zeit ohne Lacküberzug seinen Glanz beibehält.

Ebenso leicht läßt sich das Aluminium zu Draht ziehen. Man erhält so Aluminiumdrähte bis zu sehr hohen Feinheitsgraden. Nach Karmarsch*) messen die Drähte aus Aluminium in zehn Nummern der Reihe nach:

0·225, — 0·205, — 0·160, — 0·150, — 0·145, — 0·140, — 0·120, — 0·115, — 0·085, und 0·065 Millimeter in der Dicke.

Karmarsch hat einige derselben durch Zerreißungsversuche auf ihre Festigkeit geprüft und folgende Resultate erhalten:

Dicke. Millimeter	Zerreißendes Gewicht in zwei Versuchen. Gramm	Mittel. Gramm	Festigkeit, berechnet für 1 Quadrat-Millimeter Querschnitt. Kilogramm
0·225	661 und 653	657	12·975
0.205	524 „ 506	515	12·255
0 160	307 „ 311	309	12 700
0·145	246 „ 252	249	11·845

Diese Zahlen zeigen, daß der Aluminiumdraht eine ziemlich große Festigkeit besitzt.

Was aber die Plattirung oder das Belegen anderer Metalle mit Aluminium anbelangt, so ist dasselbe nach den Erfahrungen von Cl. Winkler**) zwar in einem gewissen Grade möglich, das Product ist aber vollkommen unbrauchbar.

Jede Plattirung erfordert ein angehendes Verschmelzen beider Metalle und deren schließliche innige Uebereinanderlagerung durch gemeinsames Auswalzen; diesen Anfor-

*) Dingl. Jour. 172, 55.

**) Dingl. Jour. 204, 381.

derungen vermag aber das Aluminium infolge seines eigenthümlichen Verhaltens nicht zu entsprechen.

Bekanntermaßen wird die Ductilität des Aluminiums schon durch sehr geringe Beimengungen anderer Metalle im höchsten Grade beeinträchtigt; ein mäßiger Eisengehalt macht es brüchig, wenige Percente Kupfer ertheilen ihm die Sprödigkeit des Glases.

Wenn es nun auch gelingt, eine Aluminiumdecke auf irgend ein anderes Metall aufzuschmelzen, so werden doch an der Verbindungsstelle beide Metalle in einander übergehen, und mag diese Legirungszone noch so dünn sein, so bildet sie doch eine Zwischenlagerung, der alle Ductilität abgeht, so daß sie unter dem Druck der Walzen zu Pulver zermalmt wird und die Aluminiumdecke infolge dessen wieder von ihrer Unterlage abspringt.

Diese Eigenthümlichkeit des Aluminiums, mit geringen Mengen anderer Metalle höchst spröde Verbindungen einzugehen, läßt die Ausführung der Aluminiumplattirung unmöglich erscheinen.

Aber selbst wenn sie möglich wäre, selbst wenn es gelänge, durch gemeinsames Auswalzen beider, irgend ein Metall mit einer dünnen Decke von Aluminium zu belegen, so erscheint es doch fraglich, ob dadurch etwas erreicht werden würde.

Denn so widerstandsfähig sich das compacte Aluminium gegen oxydirende und schwefelnde Einflüsse zeigt, so unbeständig ist es im dünnen und fein vertheilten Zustande.

Denkt man sich nun z. B. Kupfer mit Aluminium plattirt, und zu Blech ausgewalzt, so würde selbst bei verhältnißmäßig starker Plattirung die Aluminiumlage doch schließlich eine beträchtlich dünne sein, und es ist wahrscheinlich, daß das sonst so beständige Metall mit dieser Vertheilung auch seine Dauerhaftigkeit einbüßen würde.

Das Aluminium kann ferner zu allen runden und hohlen Formen und Gefäßen auf der Drehbank gedrückt werden. Die getriebenen und gedrückten Gegenstände können vor dem Glänzen sehr leicht mittelst Olivenöles und Bimssteins abgeschliffen werden.

Durch die Leichtigkeit und Vollkommenheit, mit welcher sich diese Artikel herstellen lassen, wird dieses Metall ungemein schätzbar für Kunstgegenstände, um so mehr, als dieselben besonders der Einwirkung schwefelhaltiger Ausdünstungen länger widerstehen als das Silber, welches dadurch geschwärzt wird.

Es bildet eine der vielfachen interessanten Eigenthümlichkeiten des Aluminiums, daß dasselbe der directen Einwirkung des Grabstichels widersteht; der letztere gleitet auf der Oberfläche des Metalls, wie auf einer harten Glasfläche, ab.

Sobald man aber eine Art Firniß, bestehend aus 4 Gewichtstheilen Terpentinöl und 1 Gewichtstheil Stearinsäure, mit Rum vermengt, zur Hilfe nimmt, dann dringt der Grabstichel wie in reines Kupfer ein.

Auch die Vergoldung und Versilberung des Aluminiums auf nassem (elektrolytischem) Wege bietet nicht die geringsten Schwierigkeiten.

Nach Tissier löst man, um Aluminiumgegenstände zu vergolden, 8 Gramm Gold in Königswasser auf, verdünnt die Lösung mit Wasser und digerirt sie bis zum folgenden Tage mit einem kleinen Ueberschuß von Kalk. Der Niederschlag von Goldoxydkalk und überschüssigem Kalk wird dann abgesondert, gut ausgewaschen und bei gelinder Wärme mit einer Lösung von 20 Gramm unterschwefligsaurem Natron in 1 Liter Wasser behandelt. Mit der so erhaltenen filtrirten Flüssigkeit kann man das Aluminium in der Kälte ohne Beihilfe eines galvanischen Apparates vergolden.

Das Aluminium wird zu diesem Zwecke erst mit Kalilauge und dann mit Salpetersäure abgebeizt, darauf mit Wasser abgewaschen und sodann in die Flüssigkeit gelegt.

Will man aber, entgegengesetzt, andere Metalle mit Aluminium überziehen, so muß das anzuwendende Bad aus Chloraluminium-Chlornatrium in wasserfreiem Zustande bestehen, und zwar in jenem Zustande, wie dasselbe bei einer Temperatur von etwa 185° C. geschmolzen erhalten wird.

Die negative Elektrode bildet das Stück von Kupfer oder anderem Metall, welches mit Aluminium überzogen werden soll. Als lösliche positive Elektrode kann man Aluminium anwenden, es ist aber billiger, ein Gemisch von Kohle und wasserfreier Thonerde zu benützen. Aus dieser Mischung werden in einer Form Cylinder gepreßt und dieselben vor ihrer Anwendung in einem geschlossenen Behälter geglüht.

Bei diesem Processe wird das Chloraluminium mit dem Chlor erzeugt, welches sich durch die Wirkung des elektrischen Stromes entbindet.

Ein Gemisch von Thonerde und Steinkohlentheer, geformt und calcinirt, entspricht ebenfalls.

Auch eine aus Gaskoks angefertigte positive Elektrode kann man benützen.

Bei Anwendung einer aus Kohlenstoff mit oder ohne Zusatz von Thonerde bestehenden positiven Elektrode lösen sich während der Operation kleine Kohlenstückchen ab und verunreinigen das Bad; um diesem Mißstand abzuhelfen, kann man die Elektrode in ein poröses thönernes Gefäß einschließen, welches man in das, das Doppelchlorid enthaltende Bad, stellt.

Anstatt des Doppelchlorids von Aluminium und Natrium kann man auch Kryolith anwenden, welcher aber eine höhere Temperatur zum Schmelzen erfordert.

Nachdem eine Ablagerung von Aluminium auf Kupfer bewerkstelligt ist, braucht man das Kupferstück nur auf die geeignete Temperatur zu erhitzen, damit das Kupfer an der Oberfläche in Aluminium-Bronze übergehe.

Aus wässerigen Aluminiumlösungen aber ist man bis jetzt noch nicht im Stande gewesen, das Aluminium metallisch niederzuschlagen, und es beruht auf einem Irrthum, wenn Gore*) behauptet, mit Hilfe einer Auflösung von Aluminiumchlorid in Wasser und unter Anwendung eines schwachen Stromes Kupfer mit Aluminium überzogen zu haben.

Neue und überraschende Erfolge erzielt man überhaupt durch glückliche Combination von verschiedenen Metallfarben, die durch Aluminium, Gold (Matt und Glanz), Silber (Matt, Glanz, Bleigrau) auf einem und demselben Körper von Aluminium erzeugt werden.

Die Vergoldung und Versilberung wird bei diesem Verfahren durch jeweilige Deckung mit Firniß, das sogenannte „Aussparren", bewerkstelligt.

Mittelst Lampenschwarz kann man dem Aluminium den eigenthümlichen, grauen Farbenton geben, der dem sogenannten „oxydirten Silber" ähnlich ist, und auch nach dem Poliren mit Terra di Siena eine Farbe und Glanz, welche dem ähnlich zubereiteten Silber zum Verwechseln gleicht.

Das Löthen des Aluminiums bietet jedoch immer noch Schwierigkeiten und zwar aus dem Grunde, weil dasselbe nur speciell mit zu diesem Zwecke bestimmten Lothen vorgenommen werden kann.

Mourey, welcher zuerst eine dauerhafte Löthung des Aluminiums zu Stande brachte, bediente sich zweier Gattungen Lothe, eines weicheren und eines härteren.

---

*) Journ. f. prakt. Chemie 61, 447.

Das erstere diente zur Appretur der zusammenzulöthenden Metallstücke oder Flächen; das zweite, stärkere zur eigentlichen Löthung selbst.

Die fünf verschiedenen Lothe, die Mourey zuerst benützte, waren in der Art zusammengesetzt, daß:

Nr.	I	80	Gewichtstheile	Zink,	20	Gewichtstheile	Aluminium
„	II	85	„	„	15	„	„
„	III	88	„	„	12	„	„
„	IV	92	„	„	8	„	„
„	V	94	„	„	6	„	„

enthielten.

Diese Lothe haben einen größeren oder geringeren Schmelzpunkt und resultiren daraus selbstverständlich härtere und weichere Lothe, also Appretur- und wirkliche Lothe.

Man kann daher ein weicheres Loth, z. B. Nr. IV, zur Appretur und Nr. II zur Löthung nehmen.

Schwartz*) verbesserte das Loth in der Art, daß er außer Zink auch Kupfer zu dem Loth zusetzte; seine Lothe haben folgende Zusammensetzung, und zwar:

	Gewichtstheile		Gewichtstheile		Gewichtstheile	
Loth Nr. I,	80	Zink,	8	Kupfer,	12	Aluminium.
„ „ II,	85	„	6	„	9	„
„ „ III,	88	„	5	„	7	„
„ „ IV,	90	„	4	„	6	„
„ „ V,	94	„	2	„	4	„

Aehnlich ist die Zusammensetzung des Lothes von Mourey **), und zwar besteht

aus Gewichtstheilen

Loth Nr.	I,	30	Alum.,	20	Kupf.,	— Messing,	50 Zink.
„ „	II,	20	„	15	„	— „	65 „

*) Dingl. Journ. 157, 445.

**) Dingl. Journ. 166, 205.

aus Gewichtstheilen:

Loth	Nr. III,	12	Alum.,	8	Kupf.,	—	Messing,	80 Zink.
„	„ IV,	9	„	—	„	6	„	85 „
„	„ V,	7	„	—	„	5	„	88 „
„	„ VI,	6	„	2	„	4	„	90 „
„	„ VII,	4	„	2	„	—	„	94 „

Col. Wm. Frishmuth*) empfiehlt ein Loth aus

10 Gewichtstheilen Silber,
10 „ Kupfer,
20 „ Aluminium,
60 „ Zinn, und
30 „ Zink.

Das Verhältniß des Aluminiums kann vergrößert oder vermindert werden, nur ist zu berücksichtigen, daß Lothe, welche Aluminium in größerer Menge besitzen, spröde werden.

Was die Darstellung des Lothes selbst anbelangt, so schmilzt man zuerst das Kupfer, setzt sodann das Aluminium, und zwar in drei oder vier Partien getheilt zu, damit durch die neuen Zusätze die geschmolzene Masse im Tiegel zeitweilig etwas abgekühlt werde.

Nachdem die Mischung gut geschmolzen ist, rührt man die Masse mit einem kleinen Eisenstäbchen um und trägt endlich die angegebene Menge möglichst reinen, also eisenfreien Zinks ein, welches sehr rasch schmilzt. Man rührt daher die Legirung nochmals schnell mit dem Eisenstäbchen gut durcheinander, bringt gleichzeitig ein wenig Unschlitt, Paraffin oder Benzol in den Tiegel, um hiedurch den Zutritt des Sauerstoffs der atmosphärischen Luft und die Oxydirung des Zinks zu verhindern, und gießt endlich die flüssige Masse

*) Techniker, VI 249.

in die gleichfalls mit einigen Tropfen Benzol ausgestrichene Metallform zu Stangen aus.

Es ist von Belang, nach dem Zusetzen von Zink die Hitze nicht sehr zu steigern, und auch die Masse, wenn sie einmal geschmolzen ist, nicht zu lange im Tiegel zu lassen, damit das Metall nicht verbrennt und sich verflüchtigt, wodurch das Loth zu spröde würde.

Was die Löthung selbst anbelangt, so müssen die zu vereinigenden Stücke auf dieselbe Weise vorbereitet (aufgefrischt) werden, wie die zum Löthen mit Zinn bestimmten Gegenstände.

Man verbindet dann die zusammenzulöthenden Stücke mit ausgeglühtem Eisendraht, trägt mittelst eines kleinen Haarpinsels das möglichst fein zertheilte Loth auf, giebt den Gegenstand auf glühende Holzkohlen und läßt die Flamme der Gebläselampe darüber streichen, indem man das schmelzende Loth mit dem früher erwärmten Handkolben aus Aluminium wohl vertheilt, glättet und in die Fugen verstreicht.

Ein Flußmittel und Desoxydationsmittel, wie es sonst beim Löthen anderer Metalle üblich und nöthig, ist nicht nothwendig; ursprünglich benützte Mourey ein Gemenge aus 3 Gewichtstheilen Copaivabalsam und 1 Gewichtstheil feinstem gereinigten venetianischen Terpentin zusammengeschmolzen, denen zur innigeren Mischung während des Schmelzens einige Tropfen frischen Citronensaftes zugesetzt wurden; ebenso leisten jedoch Paraffin, Stearin, Olein, Vaselin, Benzol gute Dienste.

Wohl zu beachten ist, die Gebläselampe nicht länger auf das Loth wirken zu lassen, als zur Schmelzung, Zertheilung und Glättung desselben erforderlich ist. Das Zink verflüchtigt sich bekanntlich in der Hitze; läßt man nun die Flamme länger als nothwendig ist, wirken, so verbrennt

und entweicht das Zink als Zinkoxyd und das Loth wird spröde und brüchig.

Die Handlöthkolben dürfen ferner weder aus Kupfer, noch aus Eisen, sondern müssen, wie bereits erwähnt, aus Aluminium verfertigt sein, weil sich das Loth an ersteren ankleben würde, was bei den Löthkolben aus Aluminium nicht der Fall ist.

Bablon*) empfiehlt jedoch das Aluminium zuerst galvanisch zu verkupfern und dann erst wie üblich zu löthen.

Das Aluminiumloth adhärirt nur sehr schwach dem Aluminium an, es dürfen deshalb die gelötheten Sachen einer starken Drehung nicht unterworfen werden.

Das Glänzen und Poliren, sowie das Reinigen der Gegenstände aus Aluminium kann nicht mit den in den Gewerben üblichen Stoffen, als Seife, Wein, Essig, Leinsamenwasser, abgekochte Eibischwurzel und Aehnlichem, vorgenommen werden, im Gegentheile, sie wirken sogar schädlich, weil der Blutstein und der Polirstahl das Metall ebenso ritzen, wie der Feuerstein das Glas.

Man hat versucht Terpentinöl anzuwenden, aber gleichfalls keinen günstigen Erfolg erzielt.

Das beste Polirmittel besteht aus einem Gemenge von gleichen Gewichtstheilen reinen Olivenöles und Rum, innigst und so lange in einer Glasflasche durchgeschüttelt, bis die Mischung eine Art Emulsion darstellt.

Man taucht den Polirstein in diese Emulsion und glänzt das Aluminium ebenso, wie die Silbergeräthe; nur darf man beim Glänzen nicht stark aufdrücken.

Die eigenthümlichen Streifen von schwarzer Farbe, welche sich unter dem Polirstein bilden, dürfen nicht beirren.

---

*) Dingl. Journ. 210, 487.

Sie schaden dem Glanze nicht im mindesten, man kann sie überdies von Zeit zu Zeit mit einem feinen Baumwolllappen entfernen.

In dieser Weise und mit diesem Mittel erhält man einen ausgezeichneten, höchst lebhaften Glanz.

Als das beste Mittel zum Putzen, Reinigen und Entfetten des Aluminiums wurde Benzol erkannt. Man taucht die Gegenstände in Benzol und trocknet sie hierauf in Sägespänen.

Das Aluminium ist, wie wir gesehen haben, ungemein verarbeitungsfähig und zwar kommt ihm dabei seine geringe Dichte außerordentlich zu statten.

Der Maßstab für die Ausgiebigkeit eines Metalles bei seiner Verarbeitung beruht nicht in seinem Gewichte, sondern in seinem Volumen; denn man kann gleiche Gegenstände aus gleichvielen Cubikcentimetern verschiedener Metalle anfertigen, nicht aber aus gleich viel Grammen.

Das Aluminium ist aber bis jetzt noch immer ein viel zu theueres Material, um eine allgemeine Verwendung finden zu können, und selbst für den Fall, daß das Aluminium auf der „Aluminiumhütte" hüttenmännisch gewonnen werden würde, würde demselben sein geringer Widerstand gegen Alkalien und schwache Säuren, seine Leichtigkeit sehr hinderlich sein und das Metall dürfte sich schwerlich Freunde gewinnen.

Wenn das Aluminium trotzdem seine Verwendung findet, so ist es hauptsächlich darum, daß dasselbe Legirungen nicht nur von großer Schönheit und Bearbeitungsfähigkeit giebt, sondern auch, daß dasselbe infolge seiner Leichtigkeit auch dort angewendet und verwendet werden kann, wo ein specifisch schwereres Metall von Uebel wäre.

Die chemische Industrie selbst verwendet das Aluminium zur Herstellung verschiedener Laboratoriums-Utensilien,

namentlich sind es Wagebalken, vorzugsweise aber Milligramm-Gewichte, welche wegen ihrer Größe beliebt sind, und jenen aus Silber oder Platin hergestellten vorgezogen werden.

Das Aluminium findet ferner Verwendung zu chirurgischen Instrumenten, besonders solchen, welche zuweilen im Körper des Kranken bleiben müssen, wo dann ihr Gewicht demselben Schmerz verursachen könnte.

Man verwendet es ferner zur Herstellung von Hohlspiegeln, zu galvanischen Batterien, anstatt Platin und der in vieler Beziehung unbequemen Kohle, zu nautischen, physikalischen, geodätischen und astronomischen Instrumenten, bei denen es oft auf Leichtigkeit ankommt, und deren Theilungen an der Luft unverändert bleiben müssen.

Die Schmuckwaaren-Fabrikation hat sich des Aluminiums schnell bemächtigt, dessen Leichtigkeit höchst schätzbar ist, und welches vermöge seiner Gußfähigkeit, seiner Geschmeidigkeit beim Prägen, seiner Tauglichkeit zu ciselirter Arbeit, seines Glanzes, besonders seines schönen Matt, selbst seiner Farbe, welche jene des Goldes hebt, einen vortrefflichen Ersatz für das Silber in allen den Fällen gewährt, wo nicht Gold ausschließlich der Stoff des Schmuckes ist.

Es scheint uns, daß das Aluminium in der Schmuckwaaren-Fabrikation etwa die Rolle spielen könnte, wie die des Platins ist; nämlich zur Herstellung weißer Verzierungen auf Goldwaaren.

Selbstständige Schmuckgegenstände aus Aluminium dürften jedoch ebenso wenig Liebhaber finden, wie solche aus Platin, weil ihre Farbe nicht schön genug ist.

Aus dem nämlichen Grunde ist eine erfolgreiche Concurrenz mit dem Silber nicht zu erwarten, und wollte man etwa das Aluminium versilbern, so fiele jeder Grund weg,

es dem viel wohlfeileren Neusilber und Britanniametall vorzuziehen.

Vorzüglich würde sich das Aluminium eignen zur Herstellung diverser Hausgeräthschaften (statt Thon und Porzellan), als: Kannen, Wasserkrüge, Becher, Teller, Löffel u. A. m., die, was Ansehen und Haltbarkeit betrifft, nichts zu wünschen übrig lassen würden, deren Handhabung aber noch bequemer als die jetzt gebräuchliche sein würde, weil sie bei gleichem specifischen Gewichte dünnwandig geformt werden könnten und überdies unzerbrechlich wären.

Sehr bequem wäre die Handhabung von Aluminiumlöffeln, an Stelle der jetzt gebräuchlichen silbernen.

Aber hier ist es entschieden das Vorurtheil, welches die Anwendung des Aluminiums verhindert, trotzdem es Vorzüge, die es edler erscheinen lassen, als das „legirte" Silber, besitzt, denn es schwärzt sich weder, noch setzt es giftigen Grünspan an, und was ihm an Glanz und Ansehen abgeht, wird durch die angenehme Leichtigkeit ersetzt, die ihm eigen ist.

Aber Otto trifft das Richtige, wenn er sagt: „Wären aber auch die Löffel aus Aluminium ebenso schön und dauerhaft, wie silberne Löffel, sie würden doch nicht in die Haushaltungen der Reichen dringen, weil sie billiger sind, als silberne Löffel. Es ist doch gewiß angenehmer, einen leichten Löffel zu halten, als einen schweren, aber man läßt die silbernen Löffel möglichst schwer machen, dem Theelöffel die Größe der Kinderlöffel geben, nur um zu zeigen, daß man etwas aufzuwenden habe. Je schwerer die Löffel, desto mehr ist der Mann werth."

Nach allen Wahrnehmungen will es uns indeß scheinen, daß dieses interessante Metall noch vorläufig nicht mit dem von Altersher die Aristokratie unter den Metallen bildenden

REESE LIBRARY UNIVERSITY CALIFORNIA

Gold und Silber in der Luxusindustrie wird concurriren können. Das Aluminium erscheint den letzteren gegenüber noch immer als Parvenü. Trotz der erfinderischesten Bemühungen, dafür Verwendungen aufzufinden, bei denen namentlich auch seine große Leichtigkeit vortheilhaft benützt wird, und trotz der vollendetsten Formgebung, wird man in den meisten Fällen seinen Preis gegenüber dem des Silbers gestellt, zu hoch finden.

Aluminium-Legirungen.

Das Aluminium legirt sich mit den meisten Metallen leicht, und diese Verbindung erfolgt gewöhnlich unter lebhafter Wärmeentwickelung.

Man kann aus dem Aluminium ganz homogene Legirungen darstellen, die sich zum größten Theile gut bearbeiten lassen und wichtige Anwendung erlangen können.

Die Legirungen fallen in der Regel um so härter aus, je größer der Zusatz von Aluminium genommen wird, und werden spröde, wenn dieser Zusatz eine gewisse Grenze überschreitet, die bei Gold und Kupfer sehr beschränkt ist.

Diese Metalle werden zugleich blässer und verlieren bei größerem Aluminiumzusatz sogar ihre Farbe ganz und gar.

Der Zusatz anderer Metalle zu Aluminium ertheilt andererseits demselben neue Eigenschaften. Es wird glänzender und etwas härter, bleibt aber, mit Zink, Zinn, Gold oder Silber in kleinen Mengen versetzt, dehnbar. Eisen und Kupfer ertheilen dem Aluminium keine besonders nachtheiligen Eigenschaften, wenn sie nicht in sehr großen Mengen zugesetzt werden.

Aluminium und Queckſilber legiren (amalgamiren) ſich ungemein ſchnell; ſchon das Reiben einer Aluminiumfläche mit einem weichen, mit Queckſilber imprägnirten Lederlappen genügt, daß ſich die Metallfläche trübt und nach einigen Augenblicken matt wird.

Nach Chr. Tiſſier*) kann man die Verbindung erzielen, wenn man das mit Aetzkali- oder Aetznatronlauge abgebeizte und befeuchtete Aluminium ohneweiters mit Queckſilber benetzt, ſo daß es eine glänzende Oberfläche erhält.

Nach Joule erhält man das Amalgam durch Zuſammenbringen von Aluminium mit Queckſilber, das in kleinen Mengen Natrium-Amalgam enthält.

Am beſten jedoch, wenn man auf den Boden eines ſtarkwandigen Rohres ein Aluminiumblatt bringt, das Rohr darüber verengt, ſo daß das Aluminium nicht auf dem Queckſilber ſchwimmt, darauf gut getrocknetes Queckſilber gießt und im Kohlenſäureſtrom erhitzt, bis ſich das Aluminium gelöſt hat.

Cailletet erhielt das Amalgam, indem er das Aluminium mit dem negativen Pole einer Säule verband, wo ſie in Queckſilber tauchte, das mit ſalpeterſaurer Queckſilberoxydlöſung befeuchtet war.

Wendet man Aluminiumblech von nicht zu großer Dicke an, ſo kann dasſelbe vollſtändig amalgamirt werden, ſo daß das Metall außerordentlich brüchig wird.

Unter dem Einfluſſe des Queckſilbers, mit welchem es verbunden iſt, hört das Aluminium auf, ein edles Metall zu ſein, und nimmt die Eigenſchaften eines Alkalierdmetalls an.

Das Amalgam verliert an der Luft ſchnell ſeinen Glanz, erhitzt ſich und verwandelt ſich unter Aufnahme von

*) Dingl. Journ. 103, 195.

Sauerstoff unter der Hand rasch in Thonerde und Quecksilber.

Dasselbe findet statt, wenn man es mit Wasser zusammenbringt, wobei Wasserstoffgas entwickelt wird; von Salpetersäure wird es mit Heftigkeit angegriffen.

Es zersetzt sich an der Luft und mit Wasser schneller, als Natrium-Amalgam.

In Berührung mit feuchter Luft bilden sich auf der Oberfläche des aluminiumarmen Amalgams allmählich gallertartige, opalisirende Auswüchse von Thonerdehydrat, das sich vollständig in Säuren und Alkalien löst; wird das Amalgam mit Wasser zusammengebracht, so bilden sich durchsichtige, irisirende Blätter von krystallinischem Ansehen, welche ebenfalls Thonerdehydrat sind, beim Erwärmen vollständig wasserfrei werden, dabei ihr krystallinisches Ansehen behalten, sich aber viel schwieriger in Alkalien und Säuren lösen.

Die Verbindung von Aluminium mit Wismuth geht sehr rasch vor sich; man erhält sehr leicht schmelzbare Legirungen, die sich ungemein rasch nach dem Gießen oxydiren.

Die Grenzen, innerhalb welchen die Verbindung vor sich gehen kann, sind sehr beschränkt, und zwar kann das Aluminium höchstens 25 Percent seines Gewichtes an Wismuth aufnehmen, in welchem Falle dann eine Legirung entsteht, die durch Salpetersäure nicht angreifbar ist und auch durch Schwefelwasserstoff nicht geschwärzt wird. Sie besitzt aber den Uebelstand, daß sie sich unter dem Hammer nicht bearbeiten läßt, sondern zerfällt.

Schon ein Tausendstel Wismuth dem Aluminium zugesetzt, macht dasselbe glasspröde.

Aluminium und Blei verbinden sich mit einander nicht. Beim Zusammenschmelzen und nachherigen Erkalten dieser Metalle findet man sie genau von einander geschieden, und

zwar das Aluminium die obere, das Blei die untere Schicht bildend.

Diese Eigenschaft des Aluminiums bietet daher die Möglichkeit, dasselbe — sobald es der Preis dessen erlaubt — zum Entsilbern des Werkbleies zu benützen.

Wir wollen hier nur bemerken, daß D. J. Millard*) eine Legirung aus

100	Theilen	Blei,
16	„	Zinn,
1/6	„	Wismuth,
3—5	„	Aluminium

empfiehlt, zur Darstellung von Blechen, die sich zu Dachdeckungen und Aehnlichem, sowie als Schiffsbeschläge sehr gut eignen sollen, da sie auch dem Salzwasser sehr gut widerstehen sollen.

Aluminium und Eisen verbinden sich ungemein leicht und in allen Verhältnissen mit einander.

Die eisernen Werkzeuge, mit denen man bei der Darstellung des Aluminiums die flüssige Masse in dem Ofen umrührt, überziehen sich mit einer glänzenden Schicht dieses Metalls, welche ihrer Oberfläche ein ähnliches Ansehen giebt, wie eine Verzinnung.

Durch den Zusatz von Aluminium wird das Eisen nur in seinen Eigenschaften veredelt, und auch das Aluminium, welches 7 bis 8 Percent Eisen enthält, verliert nichts an der ihm eigenen Dehnbarkeit und Zähigkeit.

Der Aluminiumzusatz ist namentlich nützlich für die Fabrikation von Gußstahl, welchem es die Eigenschaft ertheilt, neben einer großen Härte eine glänzende, silberähnliche Politur anzunehmen.

---

* Deutsche Industrieztg. 1871, 458.

Schmilzt man Stahl mit starkem Kohlengehalte mit Aluminium, so erhält man eine Legirung von weißem körnigen Bruche, deren Analyse 6·4 Percent Aluminium ergiebt.

Werden 67 Theile dieser Legirung mit 500 Theilen Stahl geschmolzen, so erhält man eine, beiläufig 8 per Mille Aluminium enthaltende Mischung, die alle Eigenschaften des besten Bombay wootz*) besitzt; wird diese polirt und mit verdünnter Schwefelsäure gewaschen, so zeigt sich ihre Oberfläche wellenförmig und gestreift, wie der Damascener Stahl.

Das mit dem Stahl auch nur in geringer Menge legirte Aluminium macht ersteren sehr hart, stark und körnig, folglich dicht, ohne ihm etwas von seiner Gleichartigkeit zu benehmen, oder die ihm eigenthümliche Polirfähigkeit im Geringsten zu schwächen.

Eine Legirung aus

24·5 Theilen Aluminium und
75·5 „ Eisen

bestehend, ist silberweiß, außerordentlich hart und rostet an der Luft nicht.

Aluminium mit Zink verbindet sich sehr leicht.

Wenn man Chloraluminium-Chlornatrium bei einer Temperatur von 250° bis 300° C. mit Zink zusammenbringt, so bildet sich Chlorzink und freies Aluminium. Letzteres löst sich in überschüssigem Zink auf und da sich das Chlorzink mit dem Chlornatrium verbindet, so wird die Masse allmählich teigig, dann fest, während die Aluminium-Zinklegirung flüssig bleibt. Wenn man die Temperatur erhöht, schmilzt die Masse neuerdings; das Zink reducirt einen

*) Stodart und Faraday fanden im Wootzstahl 0·013 bis 0·690 Percent Aluminium.

neuen Antheil Chloraluminium und das überschüssige Zink reichert sich verhältnißmäßig mit Aluminium an.

Wird nun diese Masse in zweckentsprechender Weise zur lebhaften Rothgluth gebracht, eine Stunde in derselben erhalten und dann zum Erstarren gebracht, so kann unter der Decke die Legirung abgestochen werden, welche aus annähernd gleichen Theilen Aluminium und Zink besteht.

Interessanter ist die Legirung aus

97 Theilen Aluminium und
3 „ Zink;

sie ist härter als das reine Aluminium, aber gleichwohl sehr dehnbar und ebenso glänzend wie irgend eine andere Aluminiumlegirung.

100 Theile Zink und
10 „ Aluminium

geben eine spröde Legirung, die dem Zink sehr ähnlich sieht, leichter schmilzt wie Aluminium, schwerer wie das Zink.

100 Theile Zink mit
25 Theilen Aluminium

zusammengeschmolzen, geben eine feinkörnige und dichte Legirung, leichter schmelzbar als Aluminium, schwerer als Zink.

Alle Zinklegirungen sind, wenn geschmolzen, zähe und laufen schwer, so daß sie sich als Lothe nur schlecht brauchen lassen.

Aluminium mit Zinn legirt sich nur in bestimmten Verhältnissen, die 7 Percent nicht übersteigen dürfen.

100 Theile Zinn und
10 „ Aluminium

geben bereits eine Legirung, die nicht mehr homogen ist, da sie sich beim Erkalten ähnlich wie die Bleilegirung in zwei Schichten scheidet, deren obere aus Aluminium besteht, leichter als Aluminium schmilzt und eine untere, die aus Zinn mit

etwas wenigem Aluminium legirt ist, wodurch dieselbe weniger leicht schmelzbar und härter als das Zinn selbst wird.

Eine Legirung, welche

3 Theile Aluminium auf
100 „ Zinn

enthält, ist härter als Zinn und wird weniger von Säuren angegriffen als dieses.

Besonders hervorzuheben ist die Legirung mit 7 Percent Zinn, weil sie sich gut verarbeiten läßt und ziemlich politurfähig ist; sie besitzt aber den Uebelstand, daß sie sich nicht gießen läßt, da sich dann ein Theil des Zinns vom Aluminium scheidet.

Um Aluminium mit Nickel zu legiren, darf man einen gewissen Percentsatz von letzterem nicht überschreiten.

Nickel, bis zu höchstens 3 Percent dem Aluminium zugesetzt, wirkt in ähnlicher Weise wie das Eisen, d. h. es verbessert die Eigenschaften des Aluminiums in ganz besonderer Weise, hauptsächlich was die Härte und Elasticität anbelangt.

Höhere Zusätze von Nickel verursachen, daß die Legirung brüchig wird und sich nicht bearbeiten läßt.

Eine Eigenthümlichkeit der Aluminium-Nickel-Legirung besteht darin, daß sie auf einem Aluminiumbleche zum Schmelzen gebracht werden kann.

Aluminium und Silber. — Das Silber ist jenes Metall, welches, dem Aluminium zugesetzt, dessen Eigenschaften am vortheilhaftesten verändert.

5 Theile Silber zu
100 Theilen Aluminium

zugesetzt, machen dasselbe elastisch und doch so hart als das gemünzte Silber, aber nicht spröde wie Stahl.

Diese Legirung läßt sich ebenso gut wie reines Aluminium verarbeiten, nimmt eine schöne Politur an, ist specifisch leicht, nicht magnetisch, rostet nicht, und besitzt die Farbe des reinen Silbers, so daß es für dasselbe in vielen Fällen als Ersatz dienen kann.

Die Behauptung jedoch, daß diese, wie überhaupt irgend eine Aluminium-Silberlegirung von Schwefelwasserstoff nicht angegriffen werde, ist nicht stichhältig und unhaltbar, da nach gemachten Versuchen diese Legirung im Gegentheile mehr und rascher vom Schwefelwasserstoff angegriffen wird, als reines Silber.

Die letzterwähnte Aluminium-Silberlegirung wird speciell infolge ihrer Härte und Elasticität in beträchtlicher Menge zu Uhrfedern, zu Obst- und Dessertmessern u. dgl. m. verwendet.

Eine sehr hübsche silberähnliche Farbe besitzt ferner die Legirung aus

3 Theilen Silber und
97 „ Aluminium.

Silber und Aluminium zu gleichen Theilen mit einander vereinigt, geben eine Legirung, die ebenso hart ist wie Bronce, aber so spröde, daß sie unter der Presse nicht zu gebrauchen ist, wie alle Aluminium-Silberlegirungen, welche mehr wie 10 Theile Silber enthalten, da sie mit dem Hammer nicht mehr bearbeitet werden können.

Mit dem Zusatze von Silber zu Aluminium sinkt auch der Schmelzpunkt der Verbindung, so daß 100 Theile Aluminium mit 50 Theilen Silber legirt bereits vor dem Löthkolben schmelzen und als Lothe Verwendung finden können; aber dieser Legirung klebt ebenso der Uebelstand an, wie der Zink- oder Zinnlegirung, daß sie schwer fließt und die Löthstelle brüchig macht.

Nachweisen läßt sich das Silber in einer Aluminium-Silberlegirung sehr einfach dadurch, daß man den Gegenstand mit nicht zu starker Aetzkalilauge behandelt.

Reines Aluminium mit dieser Lauge in Berührung gebracht, wird heller, weißer, wogegen, wenn es mit Silber legirt ist, der Gegenstand eine dunklere, schwärzliche Farbe annimmt.

Aluminium und Gold. Bis zu 10 Percent an Gold kann das Aluminium aufnehmen, ohne an seiner Dehnbarkeit Schaden zu erleiden. Diese Legirung läßt sich auch gut schmieden, aber nicht poliren, außerdem geht die schöne Farbe des Goldes verloren, sie wird unscheinbar.

Die Legirung aus

99 Theilen Gold und
1 Theil Aluminium

wäre noch die einzige, welche zu Decorationszwecken zu empfehlen wäre, da sie die Farbe des grünen Goldes besitzt, außerdem sehr hart ist, und noch dehnbar genug, um sich bearbeiten zu lassen.

Aluminium-Bronce.

Keine von allen bekannten Verwendungen des Aluminiums läßt eine solche Ausdehnung zu, wie seine Verwendung zur Herstellung der von John Perry im Jahre 1855 zuerst dargestellten Aluminium-Bronce.

Wenn man in geschmolzenes Kupfer ein Neuntel seines Gewichtes Aluminium einträgt, so vereinigen sich beide Metalle energisch unter so starker Wärmeentwickelung, daß der Tiegel, wenn er nicht von sehr feuerfester Art ist, weich wird und zusammensinkt.

Das so legirte Kupfer erhält nun ungefähr die Farbe des grünen, mit Silber legirten Goldes, oxydirt sich nicht mehr während des Abstechens aus dem Schmelzofen oder Tiegel, daher man mit demselben gegossene Gegenstände erhält, deren Oberfläche glänzend bleibt, die Formen werden gehörig und scharf ausgefüllt, der Guß ist cohärent und nicht blasig.

Das Kupfer wird durch die Legirung mit Aluminium widerstandsfähiger gegen chemische Reagentien, namentlich gegen Angriffe der Säuren, und die Legirung besitzt ungeachtet ihrer Härte eine ganz vorzügliche Ziehbarkeit, Hämmerbarkeit (sowohl in der Kälte wie in der Hitze) und Festigkeit*), vereinigt deshalb in sich die technisch werthvollsten Eigenschaften der Bronce und des Messings.

Bei der Zusammensetzung der Aluminium-Bronce sind vornehmlich zwei Punkte zu berücksichtigen.

Zunächst muß man ein sehr reines Kupfer anwenden.

Das beste Kupfer ist das, welches auf elektrolytischem Wege ausgeschieden wird, es ist aber zu theuer.

Nach ihm kommt das amerikanische, vom Oberen See, das ebenfalls eine vorzügliche Legirung giebt.

Dagegen giebt das gewöhnliche Handelskupfer im Allgemeinen ungenügende, ja mitunter sogar schlechte Resultate, die man der Gegenwart von gewissen anderen Metallen, namentlich Antimon, Arsen, Zinn, Zink, sowie Eisen zuzuschreiben pflegt.

Die Aluminium-Bronce kann überhaupt nichts gewinnen, sondern nur verlieren, wenn sie mit Zink oder Zinn versetzt wird.

---

*) Ein Draht aus Aluminium-Bronce von 1 Quadratmillimeter Querschnitt trägt wie der beste Stahl 85 Kilogramm, ohne abzureißen.

Eine zweite Vorsicht besteht darin, daß man die Legirung zwei- oder dreimal umschmilzt, damit sie ihre Sprödigkeit verliere.

Höchst wahrscheinlich nimmt durch das Umschmelzen der Aluminiumgehalt der Legirung ab.

Die interessantesten Aluminium-Kupferlegirungen sind jene, welche aus

90—95 Theilen Kupfer und
10— 5 „ Aluminium

gebildet werden.

Die Legirung aus

99—98 Theilen Kupfer und
1— 2 „ Aluminium

besitzt eine goldähnliche Farbe, wird zu Kunstwerken verarbeitet, läßt sich gut mit Grabstichel und Meißel verarbeiten.

Die Bronce mit 5 Percent Aluminium besitzt ebenfalls eine sehr goldähnliche Farbe, läßt sich schön poliren, liefert Güsse von großer Vollkommenheit, ist sowohl kalt als glühend sehr geschmeidig und von großer Festigkeit, besonders nach vorausgegangenem anhaltendem Hämmern, aber sie ist dem Oxydiren ausgesetzt, womit ihr eigentlicher Zweck verfehlt ist.

Diese Bronce giebt beim Anschlagen einen schönen, reichen, lang anhaltenden Ton und wird deshalb zu den „Stimmen" im Harmonium verwendet.

Empfehlenswerther ist die Bronce mit $7^1/_2$ Percent Aluminium, welche eine eigenthümliche grünliche Goldfärbung besitzt, die es zunächst zu Schmuckgegenständen verwendbar macht.

Wird ein aus dieser Aluminium-Kupferlegirung gefertigter Gegenstand vergoldet und diese Vergoldung abgenützt, so wird die Abnützung, von dem geübten Auge sogar, kaum bemerkt, weil die Farbe des Metallkörpers von jener des noch vorhandenen Goldes sehr wenig verschieden ist.

Aber alle die guten, ja vorzüglichen Eigenschaften concentriren sich in der Bronce mit 10 Percent Aluminium.

Die Farbe derselben ist die des helleren Goldes, sie verliert weniger leicht als alle anderen Legirungen ihren Glanz an der Luft, „läuft nicht rasch an", läßt sich leicht graviren und zeigt eine Elasticität, welche die des Stahls weit übertrifft; sie kann mit Schlagloth gelöthet werden.

Diese Aluminium-Kupferlegirung giebt ferner sehr schöne und reine Gußstücke in allen Dimensionen, sie läuft ganz homogen im Formsande gut aus. Sehr dünne Gegenstände kommen scharf; wenn aber die Dicken des Stückes in weiten Grenzen sich verändern, so muß man in jeder dicken Stelle einen Gußzapfen anbringen, aus dem das Metall während des Erkaltens nachsaugen kann; außerdem würde das Gußstück sich werfen.

Die Dichte der Aluminium-Bronce = 7·689, ist also jene des weichen Eisens.

Die Festigkeit der gegossenen Bronce fällt zwischen jene des Eisens und Stahls, sowie die Festigkeit der gehämmerten Legirung nahe mit der Festigkeit von stahlartigem Eisen zusammenfällt.

Von der gewöhnlichen Bronce und Messing, sowie von anderen Legirungen des Kupfers unterscheidet sich die Aluminium-Kupferlegirung hauptsächlich dadurch, daß sie sich sowohl in kaltem, wie auch heißem Zustande, strecken und zu Blech auswalzen läßt, ja sie läßt sich ebenso leicht wie der Stahl härten.

Schmieden läßt sich die Aluminium-Bronce im heißen Zustande ungefähr bei derselben Temperatur wie der Gußstahl, und dann kann man sie hämmern, bis sie beinahe kalt ist, ohne daß man Bruch oder Risse zu befürchten hätte.

Das Ablöschen wirkt auf die Aluminium-Bronze ähnlich wie auf die Zinn-Bronce, indem sie dadurch weich und geschmeidig wird.

Die Temperatur äußert überhaupt auf die Aluminium-Bronce weit weniger Einfluß als auf das Messing und die gewöhnliche Bronce.

Die Aluminium-Bronze verschmiert übrigens die Feilen nicht, und läßt sich auf der Drehbank und der Hobelmaschine gut bearbeiten; die dabei fallenden Hobelspäne sind lang und elastisch, und zeigen eine reine und glänzende Oberfläche.

Nach den Erfahrungen, die man mit der Aluminium-Bronce bereits gemacht hat, ist dieselbe in allen Beziehungen allen anderen Metallen, die man bisher bei verschiedenen Constructionen angewendet hat, vorzuziehen.

Die zu gebenden Dimensionen sind dieselben wie beim Gußstahl.

Alle Theile irgend einer Maschine, welche gewöhnlich aus Stahl gefertigt werden, können vortheilhafter aus Aluminium-Bronce hergestellt werden.

Vermöge ihrer Härte und Zähigkeit kann sie ferner zu Gegenständen benützt werden, bei denen eine Oxydation nicht stattfinden darf, oder wo Federkraft und Haltbarkeit vereint sein muß, sie ist deshalb für Gürtler, Drücker, Mechaniker, Blas-Instrumentenmacher u. A. fast ganz unentbehrlich, da sie beim Drücken nicht reißt und beim Löthen eine sehr große Hitze aushält.

Von großem Werthe ist die Aluminium-Bronce bei Herstellung von geodätischen, astronomischen, physikalischen Apparaten und Instrumenten, besonders dort, wo getheilte Kreise Anwendung finden; man braucht in diesem Falle kein anderes Metall aufzutragen, und gewinnt dadurch einen doppelten

Vortheil: Man umgeht nämlich das Treiben mit dem Hammer, wodurch leicht Ungleichmäßigkeiten in der Spannung und Härte des Kreises hervorgebracht werden, und eine andere Fehlerquelle für die Genauigkeit der Theilung kommt dadurch in Wegfall, daß keine ungleichmäßigen Ausdehnungen verschiedener Metalle mehr vorkommen können.

Kleine chirurgische Instrumente, wie z. B. verschiedene Arten von Zangen u. dgl. mehr kommen bedeutend billiger aus Aluminium-Bronce zu stehen, als wenn sie aus Gußstahl hergestellt werden, weil solche nur gegossen und polirt zu werden brauchen, um gebrauchsfähig zu sein.

Auch zu Statuetten, Büsten, Glocken, zu Schmucksachen, kleinen Luxusgegenständen, zu Tafelservicen anstatt der silbernen und versilberten Geschirre, zu Tisch- und Dessertcouverts, Dessertmessern u. A. eignet sich die Aluminium-Bronce sehr gut.

Alle diese Gegenstände haben einen sehr schönen Glanz und eine schöne Farbennuance, können geschliffen, geschmirgelt, gebürstet werden, ohne Schaden zu erleiden.

Zu Zapfenlagern, Lagerfuttern und Reibungsflächen bei Maschinen ist die Aluminium-Bronce nur dann brauchbar und empfehlenswerth, wenn sie im geschmiedeten oder gewalzten Zustande angewendet wird.

Infolge der großen Härte und Zähigkeit der Legirung braucht aber das Zapfenlager nicht aus einem Stück zu sein, sondern es genügt, daß man dünnes Blech auf die abgenützten Reibungsflächen im Lager selbst festlöthet, wonach dasselbe mit der Masse des Lagers ein Ganzes bildet.

Als Weichloth empfiehlt Hylot*) eine Legirung des gewöhnlichen Weichlothes (bleihaltiges Zinn) mit 50, 25 oder 12·5 Percent Zink-Amalgam.

---

*) Dingl. Journ. 185, 26.

Man kann aber auch das Aluminium mit Messing, Argentan, zusammenschmelzen, wodurch man neue Broncen von besonders schönen Farben, größerer Härte, schöner Politur, erhält, die sich an der Luft nicht ändern, sich gut gießen lassen, und durch Schmieden, Walzen, Pressen ꝛc. weiter bearbeitet werden können.

So ist 1 Percent hinreichend, um Messing und Zinnbronce zu modificiren; allein es scheinen wenigstens 2 Percent erforderlich zu sein, wenn diese Modificirung recht charakteristisch hervortreten soll.

Besonders auffallend zeigt sich die Erscheinung bei Messing. Durch Zusatz von 2 Percent Aluminium erscheint die Oberfläche eines in offener Form gegossenen Zaines anstatt wie bei gewöhnlichem Messing rauh und mit einer Oxydhaut bedeckt zu sein, glänzend und glatt, wie die eines Aluminium-Broncezaines.

Diese Legirung behält ihre frühere Hämmerbarkeit und Dehnbarkeit, sie nimmt eine schönere Politur an als Messing und läßt sich besser bohren und feilen als letzteres.

Wird die Menge des in einer solchen mit 2 Percent Aluminium versetzten Bronce enthaltenen Zinks auf 12 Percent reducirt, so erhält man ein sehr schönes, zu vielen Zwecken geeignetes „Semilor".

In gleicher Weise wie bei Messing wird auch bei Zinn-Bronce das Ansehen des Zaines verändert, außerdem wird die Härte und Widerstandsfähigkeit vermehrt, der Guß bekommt weniger Blasen, nimmt mit der Politur eine schönere Farbe an und verändert sich weniger leicht.

Im Allgemeinen genügt es, bei einer nach bestimmten Verhältnissen zusammengesetzten Kupferzink-, bezüglich Kupferzinn-Legirung, in jeder derselben 1 bis 2 Percent oder mehr Zink, bezüglich Zinn, durch ebensoviele Percente Aluminium

zu versetzen, um Legirungen zu erhalten, welche mehrere Eigenschaften der reinen Aluminium-Bronce besitzen und für Zwecke, sowie für alle die Verwendungen, zu welchen nicht sämmtliche Eigenschaften der Aluminium-Bronce erforderlich sind, dieselbe ersetzen können.

Außer diesen dreifachen Legirungen kann man auch mehrfache darstellen, welche Kupfer, Nickel, Zinn, Zink, Wismuth und Aluminium in wandelbaren, der gewünschten Farbe und dem erforderlichen Härtegrade entsprechenden Verhältnissen enthalten.

So erhält man ein schönes, durch seine weiße Farbe und Polirfähigkeit sich auszeichnendes „Neusilber" aus

100 Theilen Kupfer,
23 „ Nickel,
7 „ Aluminium.

F. H. Sauvage*) stellt unter dem Namen „Neogen" eine neusilberähnliche Legirung her, welche besteht aus

58 Theilen Kupfer,
27 „ Zink,
12 „ Nickel,
2 „ Zinn,
0·5 „ Aluminium,
0·5 „ Wismuth.

Der Zusatz von Aluminium soll ein silberähnliches aber eigenthümliches Ansehen und große Widerstandsfähigkeit gegen das Mattwerden der Politur bewirken.

Aehnlich der vorstehenden Legirung ist das „Minargent". Es besteht aus 100 Theilen Kupfer,
70 „ Nickel,
5 „ Antimon,
2 „ Aluminium.

*) Dingl. Journ. 225, 377.

Diese Legirung soll zwar an Weiße, Geschmeidigkeit, Klangfähigkeit und specifischem Gewichte dem Silber nicht ganz gleich kommen, dafür aber an Dauerhaftigkeit, Metallglanz und an Haltbarkeit der weißen Farbe dasselbe beträchtlich übertreffen.

Die Hauptschwierigkeit bei der Darstellung der vorerwähnten Legirung besteht namentlich darin, eine so große Menge Nickel, welches zum Aluminium wenig Verwandtschaft hat, mit demselben zu einer homogenen Masse zu verschmelzen.

Man ist genöthigt erst das Kupfer, Nickel und Antimon mit einander zusammen zu schmelzen, um sie dann durch Ausgießen im Wasser im granulirten Zustande zu erhalten. Die gekörnte und getrocknete Masse wird wieder geschmolzen, indem man erst jetzt das Aluminium und $1^1/_2$ Percent von einem Flußmittel zusetzt, welches aus

1 Gewichtstheil Borax und
0·5 „ Fluorcalcium

zusammengesetzt ist.

Der Zusatz des Flußmittels findet nach Maßgabe der vorschreitenden Schmelzung in immer geringeren Mengen statt.

P. Baudrin erhält durch Zusammenschmelzen von

75·00 Theilen Kupfer,
16·00 „ Nickel,
2·75 „ Zinn.
2·25 „ Zink,
2·00 „ Kobalt,
1·50 „ Eisen,
0·50 „ Aluminium

eine Legirung die in Bezug auf Farbe, Zähigkeit, Hämmerbarkeit, Klang und sogar specifisches Gewicht dem Silber sehr nahe kommen soll.

Inhalt.

	Seite
Einleitung	I
Darstellung der Thonerde	1
Darstellung von Chloraluminium	32
Darstellung der Alkalimetalle (des Kaliums und Natriums)	38
Darstellung des Aluminiums	52
Darstellung des Aluminiums mittelst Elektricität	68
Eigenschaften und Verwendung des Aluminiums	74
Aluminium-Legirungen	93
Aluminium-Bronce	101

Alphabetisches Sachregister.

	Seite
Alkalimetalle, Darstellung .	38
„ Geschichtliches	38
Aluminium, Abnützungsgrad	76
„ Aequivalent . .	76
„ Ausglühen . .	80
„ Bruch	75
Aluminium Darstellung nach Basset .	59
„ „ Corbelli	65
„ „ Deville .	53
„ „ Dullo .	61
„ mittelst Elektric. nach Braun .	71
„ mittelst Elektric. nach Graetzel	70
„ „ Fleury .	63
„ „ Fremy .	67
„ „ Knowles	61
„ „ Morin .	56
„ „ Morris	64
„ „ Niewerth	65
„ „ Petitejean	67
„ „ Rose .	57
Aluminium, Dehnbarkeit . .	75
„ Draht	81
„ Eigengewicht .	74
„ Eigenschaften .	71
„ Festigkeit . . .	75
„ Geschichtliches .	11
„ Gießen	79
„ Glänzen . . .	89

	Seite
Aluminium, Härte	74
„ Legirung . . .	93
„ Lösungsmittel .	77
„ Lothe	86
„ Löthen	85
„ Amalgam . .	94
„ Plattirung . .	81
„ Poliren . . .	89
„ Prüfung . . .	73
„ Reinigung . .	72
„ Schmelzen . .	79
„ Schmelzpunkt .	76
„ Vergoldung . .	83
„ Versilberung .	83
„ Verhalten gegen Metalloxyde	76, 78
„ Verwendung	71, 90
„ Wärmeleitungs-Fähigkeit . .	76
„ Zusammensetzung	71
Aluminium-Bronce, Anwend.	104
„ „ Darstell.	101
„ „ Löthen .	107
Amalgam, Aluminium- . .	94
Bauxit, Vorkommen . .	3, 4
„ Zusammensetzung .	4
Blatt-Aluminium . . .	75, 81
Blei-Aluminium-Legirung .	95
Calcinirofen	42
Chloraluminium, Darstellung	32
Chlorgas, Darstellung . . .	34

	Seite
Condensator	40
Eigengewicht des Aluminiums	74
Einleitung	I
Eisen-Aluminium-Legirung	96
Gold-Aluminium-Legirung	101
Kalium-Darstellung	50
Kohlensäure, Darstellung	18
„ -Gebläse von Körting	22
„ -Reiniger	21
Kryolith, Auslaugung	14, 16
„ Verarbeitung auf nassem Wege	27
„ Verarbeitung auf trockenem Wege	7
„ Vorkommen	6
„ Zusammensetzung	7
Kupfer-Aluminium-Legirung	101
Legirungen des Aluminium	93
Lessiveur methodique von Havrez	15
Minargent	109
Natrium, Aufbewahrung	49
„ Darstellung mittelst Elektricität	52
Natrium, Darstell., Mischungs-Verhältnisse zur	41
Natrium-Aluminat, Fällung	17, 25, 26
Neogen	108
Neusilber	108
Nickel-Aluminium, Legirung	99
Ofen von Thomsen	8
Retorten, Auswechselung	48
„ zur Natrium-Darstellung	43
Semilor	107
Silber-Aluminium-Legirung	99
Thonerde, Darstell. aus Alaun	1
„ „ „ Bauxit	5
„ „ „ Thon-Erdesulfat	3, 30
„ Darstellung nach Tilghmann	2
Thonerde-Natron Darstellung aus Bauxit	6
„ „ Kryolith	7
Thonerde-Natron, Fällung	17, 25, 26
Wismuth, Alumin.-Legirung	95
Wocheinit, Vorkommen	3
Zink-Aluminium-Legirung	97
Zinn-Aluminium-Legirung	98

THIS BOOK IS DUE ON THE LAST DATE STAMPED BELOW

AN INITIAL FINE OF 25 CENTS
WILL BE ASSESSED FOR FAILURE TO RETURN THIS BOOK ON THE DATE DUE. THE PENALTY WILL INCREASE TO 50 CENTS ON THE FOURTH DAY AND TO $1.00 ON THE SEVENTH DAY OVERDUE.

FEB 3 1938

LIBRARY USE

JUL 12 1956

JUL 12 1956 LU

6May'60MW

REC'D LD

APR 22 1960

SEP 8 1974

REC'D AH/C AUG 16 1974 39

LD 21-95m-7,'37

YB 15502

Mierzinski
TN775
M5
35863